

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA LA CLASIFICACIÓN DE
PRESAS DE POLLO**

**FABIAN CHAVEZ GOMEZ
SERGIO VILLEGAS LASTRA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA LA CLASIFICACIÓN DE
PRESAS DE POLLO**

**FABIAN CHAVEZ GOMEZ
SERGIO VILLEGAS LASTRA**

**Pasantía Institucional para optar el título de
Ingeniero Mecatrónico**

**Director
WILLIAM GUTIERREZ MARROQUIN
Magister en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA
SANTIAGO DE CALI
2014**

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

DIEGO FERNANDO ALMARIO

Jurado

WILLIAM GUTIERREZ MARROQUIN

Director

Santiago de Cali, 11 de Diciembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero darle gracias a Dios por permitirme crecer como persona y poder haber recibido una formación profesional. De igual forma agradecer a mis valiosos padres, Luis Arbey Chávez y Ana Cecilia Gómez quienes me brindaron su apoyo incondicional en el desarrollo de mi carrera universitaria. También quiero dar un agradecimiento especial a mi novia Carolina Gómez, la cual siempre me dio a una voz de aliento y me brindo su ayuda constante para lograr que este proceso se cumpliera satisfactoriamente, así de esta forma crecer tanto como persona y como profesional. Gracias a mi familia, compañeros y seres queridos; los cuales siempre estuvieron pendientes, apoyándome y guiándome con sus consejos. Un agradecimiento a nuestro director de pasantía el ingeniero William Gutiérrez por su dedicación y apoyo constante, el cual con su conocimiento nos guio y oriento para realizar este proyecto. Gracias a la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad por darme la oportunidad de realizar este proyecto, para de esta manera dar mi primer paso como ingeniero profesional y aprender nuevas cosas en el campo industrial. Gracias a la Universidad Autónoma de Occidente, a nuestro director de programa y sus excelentes profesores, los cuales nos dieron su conocimiento para aplicarlo a este proyecto. Y finalmente, quiero agradecer a mi amigo y compañero de tesis Sergio Villegas, que gracias a su esfuerzo y dedicación pudimos sacar este proyecto adelante.

Fabián Chávez Gómez

Agradezco a Dios por darme la fuerza, fe y determinación para finalizar esta difícil carrera. A mis padres, Fernando Villegas y Luz Adriana Lastra, por brindarme su valioso apoyo, tanto financiero como emocional, durante estos años de formación profesional, por enseñarme el valor del trabajo duro, y finalmente, por educarme honradamente desde el hogar para yo también poder hacerlo como ingeniero. Gracias a mis compañeros de curso por hacer de la vida universitaria una experiencia muy agradable, de mucho estudio, pero también de muchos momentos inolvidables, en donde se buscaba obtener una buena nota pero al mismo tiempo reír y gozar del aprendizaje. También quiero agradecer a nuestro director de pasantía, el profesor William Gutiérrez, por dedicar de su tiempo para instruirnos con su conocimiento durante todo este proyecto. Gracias a la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad por darnos esta gran oportunidad de poder aplicar los conocimientos aprendidos durante la carrera y permitiéndonos, también, aprender cosas nuevas cada día sobre los procesos y elementos que se encuentran actualmente en la industria. Gracias al ingeniero Alejandro de la empresa Movistam por enseñarnos todo lo que necesitábamos conocer acerca de bandas transportadoras para el proceso de automatización. Y por último, agradezco a mi amigo y compañero de tesis, Fabián Chávez, sin el nada de

proyecto hubiera sido posible, es un excelente estudiante y sé que será un muy exitoso ingeniero Mecatrónico.

Sergio Villegas Lastra

CONTENIDO

RESUMEN	20
INTRODUCCIÓN	21
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
2. JUSTIFICACIÓN	23
2.1. AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD DE CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS	23
2.2. CLASIFICACIÓN ÓPTIMA Y SEGURA, EN TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO	25
2.3. EVITAR PROBLEMAS ERGONÓMICOS DEL OPERARIO EN EL MOMENTO DE CLASIFICAR LAS PRESAS DE POLLO POR SU RESPECTIVO PESO.	27
3. OBJETIVOS	29
3.1. OBJETIVO GENERAL	29
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. ANTECEDENTES	30
4.1. CLASIFICADORA DINÁMICA POR PESO	30
4.2. CLASIFICADORA POR PESO MODELO 3682	32
4.3. CLASIFICADORA DE PESO MODELO CL3500	33
5. MARCO TEÓRICO	35
5.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	35
5.2. DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y TRANSMISIÓN	36
5.2.1 Celdas de Carga	37

5.3. ERGONOMIA	39
6. METODOLOGÍA	41
7. DESARROLLO DEL PLANTEAMIENTO DE LA MISION DEL PROYECTO	44
7.1. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES	45
7.2. MÉTRICAS	47
7.3. EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCTOS COMPETIDORES	48
7.4. ESPECIFICACIONES PRELIMINARES DEL PRODUCTO	49
7.5. DESPLIEQUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	50
8. GENERACIÓN DE CONCEPTOS SELECCIÓN Y PRUEBA DE CONCEPTOS	52
8.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	52
8.2. NECESIDADES DEL PRODUCTO	52
8.3. CAJA NEGRA	53
8.4. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO	53
8.5. CONCEPTOS GENERADOS POR LAS SUBFUNCIONES	54
8.6. COMBINACIÓN DE CONCEPTOS	55
8.6.1 Representación de Conceptos	57
9. SELECCIÓN DE CONCEPTOS	61
9.1. MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS	61
9.2. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS	63
9.2.1 Motores de las Bandas Transportadoras	63

9.2.2 Dispositivos encargados de la clasificación	64
9.2.3 Dispositivo encargado de procesar datos y hacer la parte de Control	65
9.2.4 Sensor para el conteo de Presas	66
9.2.5 Sensor de Pesado a Nivel Industrial	68
9.2.6 Sensor para el depósito de las presas el cual indica si hay o no presas	69
9.2.7 Interfaz del Sistema	69
10. PRUEBA DE CONCEPTOS	70
11. ARQUITECTURA DE PRODUCTOS	73
12. INGENIERÍA DETALLADA	76
12.1. ANÁLISIS DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS	76
12.1.1 Módulo A	76
12.1.2 Módulo B	85
12.1.3 Módulo C	90
12.1.4 Módulo D	97
12.2. ANÁLISIS MECÁNICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CADA MÓDULO	101
12.3. ESTRATEGIA DE CONTROL	108
12.3.1 Descripción de Funcionamiento del Grafcet	108
12.4. INTERFAZ GRÁFICA	112
13.DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)	121
13.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MANUFACTURA	122
13.1.1 Estimación de costos de manufactura para el módulo A	122

13.1.2 Estimación de costos de manufactura para el módulo B	124
13.1.3 Estimación de costos de manufactura para el módulo C	127
13.1.4 Estimación de costos de manufactura para el módulo D.	129
13.2. ETAPA DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE LOS COMPONENTES	132
14. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES	133
14.1. PLC UNITRONICS V570-57-T20B CON UN SNAP V200-18-E4XB	133
14.2. RELÉ TÉRMICO ABB TA25DU-5.0	135
14.3. CONTACTOR ABB A9 1SBL141001R8810	136
14.4. GUARDAMOTOR ABB 1SAM 250000 R1009	138
14.5. CILINDRO GUIADO DE DOBLE EFECTO DFM-B-20-320	140
14.6. DETECTOR DE POSICION SMT0-1- MAGNETORRESISTIVO	141
14.7. UNIDAD DE FILTRO Y REGULADOR LFR-1/4-D-MINI	142
14.8. SENSOR FOTOELÉCTRICO SOEG-RT-M12-PS-K-2L Y SOEG-RT-M18-PAS-2L	144
14.9. MOTORREDUCTOR SIN FIN CORONA	146
14.10. MOTORROTOR DRUM MOTOR 80S	147
15. PRESUPUESTO	149
16. CONCLUSIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	153
ANEXOS	163

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Etapas del Desarrollo del Proyecto, con su orden jerárquico y tiempo de ejecución	43
Tabla 2. Planteamiento de la Misión del Proyecto	44
Tabla 3. Identificación de las Necesidades	45
Tabla 4. Nivel de Importancia de las Necesidades	46
Tabla 5. Métricas y Necesidades	48
Tabla 6: Evaluación de los Competidores	49
Tabla 7. Especificaciones Preliminares del Producto	50
Tabla 8. Combinación de Conceptos.	56
Tabla 9. Matriz de Tamizaje de Conceptos.	62
Tabla 10. Matriz para Evaluar Conceptos.	62
Tabla 11. Matriz de Tamizaje para los motores de las bandas transportadoras.	64
Tabla 12. Matriz de Tamizaje para el Dispositivo encargado de la clasificación.	65
Tabla 13. Matriz de Tamizaje para el Dispositivo de Control.	66
Tabla 14. Matriz de Tamizaje para el Sensor de Conteo de Presas.	67
Tabla 15. Matriz de Tamizaje para la Báscula de Pesado a nivel industrial.	68
Tabla 16. Lista de los componentes propios y estándares del módulo A	123
Tabla 17. Tiempos de ensamble del módulo A	124
Tabla 18. Costo de ensamble del módulo A	124
Tabla 19. Lista de los componentes propios y estándares del módulo B	125
Tabla 20. Tiempos de ensamble del módulo A	126

Tabla 21. Costo total del módulo B	126
Tabla 22. Lista de los componentes propios y estándares del módulo C	128
Tabla 23. Tiempos de ensamble del módulo C	128
Tabla 24. Costo total del módulo C	129
Tabla 25. Lista de los componentes propios y estándares del módulo D	130
Tabla 26. Costos de ensamble del módulo D	131
Tabla 27. Costo total del módulo D	131
Tabla 28. Características y especificaciones del PLC Unitronics V570-57-T20B	134
Tabla 29. Características y especificaciones del relé térmico TA25DU-5.0	136
Tabla 30. Características y especificaciones del contactor ABB A9 1SBL141001R8810	137
Tabla 31. Características y especificaciones del guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009	139
Tabla 32. Características del Cilindro guiado doble efecto DF-B-20-320	141
Tabla 33. Características del Detector de posición SMTO-1-Magnetorresistivo	142
Tabla 34. Características de la unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI	143
Tabla 35. Características del Sensor Fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L	144
Tabla 36. Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L	145
Tabla 37. Características de los motorreductores del módulo A, B y D	147
Tabla 38. Características del motorrotor del módulo C	148
Tabla 39. Costos de los componentes de cada módulo	149
Tabla 40. Algunas ventajas y desventajas de los motores DC.	165
Tabla 41. Algunas ventajas y desventajas de los motores AC.	166

Tabla 42. Algunas ventajas y desventajas de los servomotores.	167
Tabla 43. Ventajas y desventajas de los cilindros eléctricos	168
Tabla 44. Ventajas y desventajas de los cilindros neumáticos	168
Tabla 45. Ventajas y Desventajas de los Microcontroladores.	170
Tabla 46. Algunas ventajas y desventajas de los PLCs.	171
Tabla 47. Algunas ventajas y desventajas de utilizar los sensores fotoeléctricos.	173
Tabla 48. Algunas ventajas y desventajas del sensor ultrasónicos.	174
Tabla 49. Características y Especificaciones de la Báscula L-PCR/20.	175
Tabla 50. Características y Especificaciones Báscula DS-980SC.	176
Tabla 51. Características y Especificaciones de la Báscula ACS-TAE 30.	176
Tabla 52. Características y Especificaciones de Báscula con indicador TUXON-A.	177
Tabla 53. Algunas ventajas y desventajas del Poliuretano.	182
Tabla 54. Algunas ventajas y desventajas del PVC.	182
Tabla 55: Algunas ventajas y desventajas de la Poliolefina	183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Inventario de las presas de pollo almacenadas en el cuarto frio.	24
Figura 2. Inventarios de las presas de pollo tales como: perniles, contramuslos, muslos y alas.	25
Figura 3. Clasificación de los perniles de pollo en tres diferentes rangos.	26
Figura 4. Rangos de clasificación de los perniles de pollo.	27
Figura 5. Malas posturas en el momento de coger la presa y ubicarla en la báscula digital para conocer su peso.	27
Figura 6. Malas posturas en el proceso de ubicar las presas en su rango de clasificacion respectivo.	28
Figura 7. Máquina Clasificadora Dinámica por Peso.	31
Figura 8. MultiLine clasificadora de Peso.	32
Figura 9. Clasificadora por peso modelo 3682, fabricada por Roser CMSA.	33
Figura 10. Clasificadora de peso modelo CL3500.	34
Figura 11. Ejemplo de la Automatización Industrial.	35
Figura 12. Funcionamiento de un dispositivo de medición y transmisión.	37
Figura 13. Celdas de Carga.	38
Figura 14. Configuración del Puente de Wheatstone.	38

Figura 15. Postura correcta para realizar este tipo de trabajo.	40
Figura 16. Caja Negra del Sistema.	53
Figura 17. Descomposición Funcional del Dispositivo	54
Figura 18. Representación del Concepto A.	57
Figura 19. Representación del Concepto B.	58
Figura 20. Representación del Concepto C.	59
Figura 21. Representación del Concepto D.	60
Figura 22. Diseño final de la máquina clasificadora (vista en 3D)	70
Figura 23. Diseño final de la máquina clasificadora (vista superior)	71
Figura 24. Diseño final de la máquina clasificadora (vista de frente)	71
Figura 25. Relación de las Funciones con los Elementos físicos.	73
Figura 26. Bloques Funcionales de cada módulo.	74
Figura 27. Representación isométrica del módulo A	76
Figura 28. Dimensiones de la banda modular	81
Figura 29. Dimensiones del módulo de la banda modular	82
Figura 30. Dimensiones de la lámina de lado de la banda A	83
Figura 31. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda A	84
Figura 32. Representación isométrica del módulo B	85
Figura 33. Dimensiones de la banda sintética B	87

Figura 34. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda B	88
Figura 35. Dimensiones de la lámina del lado de la banda B	89
Figura 36. Representación isométrica del módulo C	90
Figura 37. Dimensiones de la banda sintética C	91
Figura No38. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda C	94
Figura 39. Dimensiones de la lámina del lado de la banda C	95
Figura 40. Dimensiones de la lámina del cajón de la banda C	96
Figura 41. Representación del módulo D	97
Figura 42. Dimensiones de la banda sintética D	99
Figura 43. Dimensiones de lámina de soporte de la banda D	100
Figura 44. Estudio del esfuerzo de Von Mises de la estructura del módulo A	103
Figura 45. Factor de seguridad de la estructura del módulo A.	104
Figura 46. Ejemplo de deformación si se supera el factor de seguridad calculado	105
Figura 47. Estudio del esfuerzo de Von Mises de la estructura del módulo D	106
Figura 48. Factor de seguridad de la estructura del módulo D	107
Figura 49. Ejemplo de deformación si se supera el factor de seguridad calculado	107
Figura 50. Graficet de control de motores	109

Figura 51. Graficet del control del rango superior	110
Figura 52. Graficet del control del rango medio	111
Figura 53. Graficet del control del rango pequeño	111
Figura 54. Diagrama de Eléctrico de Potencia de los Motores	112
Figura 55. Ventana de inicio de la interfaz gráfica	113
Figura 56. Ventana de elección del tipo de presa a clasificar	114
Figura 58. Ventana de error cuando se ingresa mal el rango de clasificación	116
Figura 59. Ventana de los parámetros de clasificación ingresados	116
Figura 60. Ventana clasificando	117
Figura 61. Ventana de cambio de canastilla en uno de los rangos de clasificación	118
Figura 62. Ventana de rango de clasificación terminado	119
Figura 63. Ventana de aviso de que no hay presas por clasificar	119
Figura 64. Ventana de aviso de que el proceso termino	120
Figura 65. Representación isométrica del diseño final	121
Figura 66. Representación detallada del módulo A	122
Figura 67. Representación detallada del módulo B	125
Figura 68. Representación detallada del módulo C	127
Figura 69. Representación del módulo D	130

Figura 70. PLC Unitronics V570-57-T20B con un Snap V200-18-E4XB	133
Figura 71. Relé térmico TA25DU-5.0	135
Figura 72. Contactor ABB A9 1SBL141001R8810	137
Figura 73. Guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009	139
Figura 74. Cilindro guiado doble efecto DF-B-20-320	140
Figura 75. Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo	141
Figura 76. Unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI	143
Figura 77. Sensor Fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L	144
Figura 78. Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L	145
Figura 79. Motorreductor Sin Fin Corona	146
Figura 80. Motorrotor Drum Motor 80S	148
Figura 81. Partes de un Motor eléctrico DC.	165
Figura 82. Partes de un PLC.	171
Figura 83. Sensor Fotoeléctrico.	172
Figura 84. Sensor ultrasónico y su funcionamiento.	174
Figura 85. Báscula DS-980SC.	175
Figura 86. Indicador TUXON-A y báscula fabricada por Surtibásculas.	177
Figura 87. Banda Transportadora Modular.	179
Figura 88. Banda modular con paredes laterales como accesorio.	179

Figura 89. Banda modular hecha de Polipropileno. 180

Figura 90. Banda Transportadora Sintética. 181

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. QFD	163
Anexo B. Motores de las bandas	164
Anexo C. Dispositivos encargados de la clasificación	167
Anexo D. Dispositivos para el Control del Sistema	169
Anexo E. Sensores de Proximidad	172
Anexo F. Información del Tipo de Básculas que se usa en la Industria	174
Anexo G. Información del tipo de bandas transportadoras.	178

RESUMEN

El siguiente proyecto se realizó en la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, en el desarrollo de una pasantía institucional de la facultad de ingeniería, del programa académico de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Occidente.

El proyecto tiene como fin generar un diseño de una maquina automatizada capaz de clasificar las presas de pollo por su respectivo peso en tres rangos diferentes para la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, para de esta manera aumentar la productividad de clasificación; además de poder eliminar los problemas de tipo ergonómico en el personal de esta sección que desempeña esta labor a diario en la empresa. Para esto se realizó una visita a la sección de clasificación, y de esta forma observar cómo se realiza el proceso. Además se realizan entrevistas con el gerente general y los operarios de esta sección, para detectar las principales necesidades que debe cumplir el sistema.

A partir de la información obtenida, se generaron conceptos para dar solución a las necesidades surgidas en la empresa, y mediante matrices de tamizaje se dio ponderación a cada concepto, para de esta forma obtener un diseño con las mejores prestaciones y servicios. Luego, en base a la metodología de ingeniería concurrente se realizó el diseño del sistema, esta metodología permitió dividir el diseño en diferentes ramas de la ingeniería, las cuales se pueden desarrollar simultáneamente durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Además se realiza una cotización de materiales y equipos necesarios para determinar el costo de la implementación del sistema junto con la estrategia de automatización. El diseño obtenido de la metodología de la ingeniería concurrente permite realizar la clasificación de las presas sin que el operario sufra de problemas ergonómicos, y también alcanzar una alta producción de clasificación en la jornada de trabajo, a comparación de cuando se realizaba manualmente, alcanzando un alto índice de eficacia en la clasificación de las presas por su respectivo peso.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la importancia de la automatización en las industrias de procesos ha aumentado increíblemente en los últimos años, desde los inicios de la revolución industrial el ser humano siempre ha buscado la creación de herramientas y máquinas que le faciliten la realización de tareas peligrosas, pesadas y repetitivas. Por lo tanto la automatización brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, tecnológico y ergonómico frente al mismo proceso realizado de forma manual. Además cada día se desarrollan nuevas tecnologías que permiten realizar estos procesos cada vez más rápido y de manera eficiente.

La automatización de un proceso de clasificación consta en transferir las tareas de producción y selección, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos que permitan llevar a cabo estas mismas tareas de manera más rápida y eficaz. Un sistema automatizado consta de dos partes principales, la parte de mando y la parte operativa. La parte operativa son los elementos eléctricos y electrónicos que actúan directamente sobre la máquina mientras que la parte de mando, de un sistema de clasificación automatizado, está compuesta por un dispositivo de control el cual debe estar en capacidad de comunicarse con todos los elementos constituyentes del proceso.

Para este caso se debe aplicar la automatización en la tarea de clasificación de las presas de pollo en la Avícola y Salsamentaría Calidad, en la actualidad este proceso en la empresa se lleva a cabo a diario y de forma manual. Además el incremento de pedidos de presas de pollo clasificados en diferentes rangos de pesos, según las necesidades del cliente ha aumentado notoriamente, causando demoras en la entrega, errores en la clasificación y algunos problemas ergonómicos en los operarios. Es por esta razón que se debe solucionar este problema, logrando que este proceso se realice automáticamente, para de esta forma garantizar que se haga de manera rápida y eficiente; disminuyendo la posibilidad de error humano, así como los tiempos y costos de producción. Esto con el objetivo de lograr que la empresa satisfaga todas las necesidades de sus clientes, permitiéndole incrementar la producción y ser reconocido en el mercado por la calidad de su servicio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Avícola y Salsamentaría Calidad presta un servicio de distribución de presas de pollo (perniles, alas, pechugas, contramuslos, muslos) a diferentes tipos de clientes en la ciudad de Santiago de Cali. Esta empresa recibe las presas de pollo de diferentes proveedores ya clasificadas por el tipo de presa, es decir, que la función principal que se lleva a cabo en la Avícola y Salsamentaría Calidad, es ofrecer el servicio de clasificación de estas respectivas presas en rangos diferentes de peso, para satisfacer de esta manera las necesidades de sus clientes.

Actualmente, en la empresa se clasifican las presas por su respectivo peso de manera manual, el proceso se inicia pesando la presa de pollo en una báscula digital, dependiendo del rango en que se encuentre debe ser arrojado a una de las diferentes canastillas, en donde se irán acumulando y guardando hasta terminar con el inventario o cumplir el pedido realizado por el cliente. Este proceso además de ser una tarea repetitiva, es también muy lento y en ocasiones impreciso debido a errores humanos. En este momento el operario de esta sección realiza una clasificación de 10 presas/minuto, y por ejemplo a veces se tienen un inventario de 4000 presas de perniles, por lo tanto implica un tiempo aproximado de 7 horas en realizar solo la clasificación de esta referencia, obviamente realizándose el proceso sin parar, es decir, que el operario se puede demorar todo un día de trabajo haciendo esta operación.

Por el tiempo que implica la clasificación de peso de las presas, no se ha podido aumentar las ventas de la empresa, porque no se puede obtener presas clasificadas en el menor tiempo posible, por lo tanto es indispensable mejorar el procedimiento de clasificación. Además el personal que hace este proceso a veces manifiesta dolores musculares o articulares cuando efectúan su labor, debido a las malas posturas que realizan en el momento de clasificar las presas. Por lo que es importante conocer cómo los operarios realizan su trabajo, para evitar lesiones o enfermedades que lo incapaciten gravemente.

Con base en lo anterior, se plantea el siguiente problema a resolver: ¿Cómo lograr un sistema automático que aumente y mejore la productividad de clasificación de presas de pollo?, ¿El sistema automático propuesto evitará problemas ergonómicos de los operarios que realizan esta función a diario en la empresa?

2. JUSTIFICACIÓN

La principal función de la Avícola y Salsamentaría Calidad es la clasificación de presas de pollo por su respectivo peso. Actualmente la empresa cuenta con un operario que realiza el proceso, el cual clasifica 10 presas/minuto, y por el afán de realizar la labor lo más rápido posible, se cometen errores en la clasificación siendo un proceso no confiable, además de ser muy lento y generar problemas ergonómicos en los operarios un futuro. Esto conlleva a que se retrasen los pedidos y que no se pueda vender más de lo deseado, además de que la persona presente lesiones o enfermedades por realizar esta labor a diario.

Basado en la problemática planteada anteriormente se requiere el diseño de un sistema automático que realice esta actividad de manera óptima y segura. Para lograr esto se tuvo en cuenta algunas fallas que se están presentando actualmente en la empresa, con el fin de mejorarlas con el diseño del sistema automático y lograr obtener las siguientes consideraciones:

- Aumento de productividad de clasificación de las presas.
- Clasificación óptima y segura, en tres rangos diferentes de peso.
- Evitar problemas ergonómicos del operario en el momento de clasificar las presas de pollo por su respectivo peso.

2.1. AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD DE CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS

La empresa Avícola y Salsamentaría Calidad realiza el proceso de clasificación diario de presas de pollo tales como: perniles, contramuslos, muslos, pechugas y alas, de las cuales se tiene un inventario promedio de 4000, 2000, 1500, 1000 y 500 presas respectivamente. Pero, el proceso de clasificación de presas de pollo por su respectivo peso es muy lento, porque la persona tarda un minuto en clasificar 10 presas, además de que no es confiable porque a veces se presentan errores humanos y la persona se equivoca en el rango de clasificación, en el cual debe ser ubicado la presa según su peso; por lo tanto se necesita un sistema que pueda realizar esta acción de manera segura y lo más rápido posible.

La clasificación por peso que más se realiza a diario es la de los perniles, porque es el producto que más consumen los clientes de la empresa. A veces de esta referencia se obtienen demasiados pedidos de clasificación y no se pueden cumplir a tiempo por los inconvenientes nombrados anteriormente. Con algunos

clientes de restaurantes ha habido problemas porque no se tienen clasificado las presas a tiempo.

El inventario de los perniles puede durar hasta 3 días, debido a que el operario solo puede clasificar 10 presas/ minuto, y él no estará haciendo este proceso constantemente porque tiene que hacer algunos recesos para poder descansar. Por esta razón es necesario un sistema de clasificación automática para lograr aumentar la productividad de la empresa. En la figura No1 se puede observar el inventario a diario de las presas de pollo que de desean clasificar.

Figura 1. Inventario de las presas de pollo almacenadas en el cuarto frio.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Sergio Villegas (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

En la Figura 1 se puede apreciar el cuarto frio donde se almacenan las presas de pollo, y en él se encuentran las presas que se clasifican a diario; como lo son los perniles, contramuslos, muslos y alas. Las cuales se pueden observar en la Figura 2 detalladamente

Figura 2. Inventarios de las presas de pollo tales como: perniles, contramuslos, muslos y alas.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Sergio Villegas (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

2.2. CLASIFICACIÓN ÓPTIMA Y SEGURA, EN TRES DIFERENTES RANGOS DE PESO

Actualmente, se clasifican las presas de pollo tales como: perniles, contramuslos, muslos, alas y pechugas; por su respectivo peso. Esta clasificación se hace en tres diferentes rangos de peso para cada uno de ellos, y se hace dependiendo del requerimiento de los clientes de la empresa. Las presas que más consumen los clientes son los perniles de pollo y los rangos de clasificación que se manejan en

este momento para este tipo de presa son: de 300 a 400 gramos, 400 a 500 gramos y 500 a 600 gramos; como se puede ver en la Figura 3.

Figura 3. Clasificación de los perniles de pollo en tres diferentes rangos.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Fabián Chávez (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

Después de conocer los rangos de clasificación de los perniles, el operario deposita la presa en la canastilla correspondiente al peso, además de tener los tres rangos clasificación se tiene un cuarto rango, en el cual se ubican las presas que pesen menos de 300 gramos y más de 600 gramos, actualmente este es un rango de descarte, porque los rangos de clasificación varían según los pedidos de los clientes, lo cual hace necesario un sistema en donde se puede hacer varias clasificaciones de diferentes rangos de trabajo, cuando sea necesario modificarlos. En la Figura 4 se puede apreciar los tres rangos de clasificación y el cuarto de descarte.

Figura 4. Rangos de clasificación de los perniles de pollo.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Fabián Chávez (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

2.3. EVITAR PROBLEMAS ERGONÓMICOS DEL OPERARIO EN EL MOMENTO DE CLASIFICAR LAS PRESAS DE POLLO POR SU RESPECTIVO PESO.

El operario que realiza la clasificación de las presas de pollo por su respectivo peso, tienden a sufrir problemas ergonómicos, porque se realizan posturas incómodas tales como: agacharse, girar de un lado a otro en el momento de depositar la presa en la báscula y luego en la canastilla correspondiente. Además que el trabajo es continuo y repetitivo, lo cual va cansando al operario. En este caso el problema ergonómico que puede sufrir el operario es un dolor lumbar¹, el cual se presenta en la espalda por una postura inadecuada que realiza el operario en las actividades nombradas anteriormente. Por lo cual es importante para la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad evitar estos problemas en el operario. En este proceso la persona tiene que coger la presa y llevarla a la báscula digital para conocer el peso de la presa, como se puede ver en la Figura 5

¹ Dolor Lumbar, problemas ergonómicos por malas posturas [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/dolor_lumbar.htm#2

Figura 5. Malas posturas en el momento de coger la presa y ubicarla en la báscula digital para conocer su peso.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Fabián Chávez (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

Luego de conocer el peso de la presa y saber en qué rango de clasificación será ubicada, se arroja a la canastilla correspondiente como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. Malas posturas en el proceso de ubicar las presas en su rango de clasificación respectivo.



Fuente: Cámara de celular, Autorización Gerente General Miguel Tumbajoy, tomada por Fabián Chávez (Propiedad de Avícola y Salsamentaría Calidad)

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina automatizada para la clasificación de presas de pollo por su respectivo peso en tres rangos diferentes para la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar los métodos existentes de pesado a nivel industrial que puedan ser aplicados a la problemática de la empresa.
- Diseñar una máquina para el pesado y clasificación de presas de pollo utilizando el método de diseño concurrente.
- Generar una estrategia de automatización para la maquina propuesta.
- Diseñar un prototipo virtual de la máquina clasificadora de presas de pollo.

4. ANTECEDENTES

Anteriormente los procesos de clasificación de productos por diferentes características se realizaban manualmente, pero con los avances de la ingeniería en el campo de la automatización industrial ha permitido que los sistemas lleven a cabo un proceso de clasificación autónomo, logrando que las empresas sean más eficientes en su producción.

Este proceso de clasificación es empleado en varios sectores de la industria, en el sector Agrícola se realiza el proceso de selección a diario, en el cual los productos son clasificados por sus diferentes características propias como lo son: su color, tamaño, forma, peso, entre otras; dependiendo de la necesidad que se tenga. Para el caso de la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad necesario hacer una clasificación por peso en diferentes rangos. A continuación se referencian algunas máquinas de clasificación consultadas:

4.1. CLASIFICADORA DINÁMICA POR PESO

Su función es clasificar² cualquier tipo de producto por su respectivo peso no importa si este está congelado, fresco o embutido. Esta se puede apreciar a continuación:

² Características técnicas de la máquina la clasificadora Dinámica por Peso de la Empresa López Palomo [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lopezpalomo.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=lpalomo.tpl&product_id=44&category_id=17&option=com_virtuemart&Itemid=5

Figura 7. Máquina Clasificadora Dinámica por Peso.



Fuente: Empresa López Palomo [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lopezpalomo.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/Clasificadora_di_4a226b1fb55cf.jpg

Esta máquina está constituida por una banda transportadora, una interfaz gráfica, la parte de sensado del peso, y un PLC. Primero se inicia colocando el producto en la banda transportadora la cual lo lleva a la balanza para llevar a cabo el sensado del peso, y dependiendo de este el PLC tomara la decisión de clasificarlo.

MultiLine

Es una máquina clasificadora en línea que tiene varias funciones principales tales como: clasificación por color y peso, empackado preciso en base de peso, y detección de forma y tamaño. Esta se puede adaptar a las necesidades específicas de cada cliente.

MultiLine es fabricada por la empresa³ *Invision Automated Systems*, la cual utilizan una tecnología de punta, con diseños ergonómicos y materiales de alta calidad; ofreciendo unas de las mejores máquinas de la industria. A continuación se puede observar la máquina MultiLine:

³ Información de la clasificadora MultiLine de la empresa Invision Automated Systems Inc [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.invision-sys.com/espanol/id11.html>

Figura 8. MultiLine clasificadora de Peso.



Fuente: MultiLine fabricada por la empresa Invision Automated Systems Inc. [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.invision-sys.com/espanol/id11.html>

MultiLine está compuesta por varias bandas transportadoras, la parte de instrumentación que es en el sensado de la característica que se esté clasificando y la parte de control con un PLC.

4.2. CLASIFICADORA POR PESO MODELO 3682

La clasificadora por peso 3682 es fabricada⁴ por la empresa Roser CMSA, la cual se encuentra posicionada como una de las grandes empresas proveedoras de maquinaria y equipos para la Industria Alimentaria, especialmente para la Industria Cárnica.

Roser CMSA ofrece una amplia gama de servicios a sus clientes, desde el diseño del producto, elaboración de proyector para la creación de nuevas instalaciones, fabricación y principalmente atención al cliente. Es por este que tienen un departamento de diseño que estudia las necesidades que van surgiendo en el mercado actual, realizando un seguimiento, con el objetivo de crear nuevos productos que se adecuen a estas exigencias.

Es por esto que la máquina consta de un módulo de pesaje y una banda de clasificación. El sistema de pesaje es continuo equipado con una báscula

⁴ Información de la empresa Roser CMSA [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero 2014]. Disponible en la web: http://www.roser.es/es/roser_cmsa.html

electrónica, la cual puede almacenar y transmitir todo los datos. Todo esto para cumplir con la expectativa del cliente

Figura 9. Clasificadora por peso modelo 3682, fabricada por Roser CMSA.



Fuente: Características y especificaciones de la clasificadora de peso modelo 3682 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://files.roser.es/PRODUCTES/ROSER/PDF/Cataleg_Curats_Docs_PDF/Pernil-curat-03.pdf

4.3. CLASIFICADORA DE PESO MODELO CL3500

Esta máquina es diseñada y fabricada por la empresa⁵ *Lenke Food System*, la cual es especializada en soluciones para la industria de alimentos, destacándose en la línea de pesaje industrial, software de control de producción y trazabilidad. La máquina clasificadora de peso CL3500 dispone de la más alta tecnología para atender las exigencias rigurosas de las industrias de alimentos.

⁵ Características y especificaciones de la clasificadora de peso modelo CL3500 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.lenke.com.br/es/cl3500/index.html>

Figura 10. Clasificadora de peso modelo CL3500.



Fuente: Ficha técnica de la clasificadora de peso modelo CL3500 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lenke.com.br/pdf/lenke_CL_3500_spn.pdf

El producto es pesado a alta velocidad sobre una cinta y el computador de última generación efectúa el accionamiento de los brazos neumáticos en la unidad de descarga para separar el producto según el rango de peso. Después de ser clasificado, el producto puede caer directamente en cajas, evitando la manipulación de operadores y por lo tanto el producto puede ser congelado o fresco. La máquina ha sido desarrollada para condiciones adversas de funcionamiento de 2 a 3 turnos diarios, y sus componentes han sido bien seleccionados para permitir larga durabilidad. Su productividad puede alcanzar 160 unidades por minuto, lo cual la hace muy rápida y eficiente.

Con la información anterior, se da entender que el proceso de clasificación de productos por diferentes características se puede realizar de forma automatizada con una gran variedad de máquinas. Actualmente hay muchas máquinas con diferentes especificaciones y dependiendo de la necesidad que se tenga, así mismo se dispondrá de una de ellas. Por tanto para realizar la clasificación de presas de pollo en varios rangos de peso se puede utilizar algunos conceptos de las máquinas nombradas anteriormente y lograr aportar a la solución del problema que presenta la Avícola y Salsamentaría Calidad.

5. MARCO TEÓRICO

A continuación se describirán algunos conceptos, técnicas y métodos que son importantes para el cumplimiento de los objetivos mencionados al inicio del proyecto.

5.1. AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización industrial⁶ es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la intervención humana en cualquier tipo de proceso. Es decir, que las labores realizadas por humanos son remplazadas por máquinas o sistemas mecánicos que harán sus funciones. Además la automatización permite la cualificación de los operarios en otras áreas de desempeño, lo cual permite tener ventajas en cuanto a la producción más eficiente y disminución de riesgos laborales. Por ejemplo, el ensamble de los carros de hoy en día se hace por medio de sistemas programados los cuales van uniendo todas las partes del carro, y la intervención humana solo es necesaria en actividades específicas y en la programación de los sistemas de control como se puede ver en la Figura 11.

Figura 11. Ejemplo de la Automatización Industrial.



Fuente: Automatización Industrial [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://fanaticomecatronica.files.wordpress.com/2010/02/automa.jpg>

⁶ Definición de la Automatización Industrial [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_automatizacion_industrial.php

Las principales ventajas de la automatización de un proceso son:

- Las tareas repetitivas sean ejecutadas por elementos tecnológicos.
- Las tareas que requieran de esfuerzos grandes, que los ambientes sean nocivos para el ser humano sean realizadas por elementos tecnológicos, como lo son por ejemplo: levantar cargas pesadas, trabajos en ambiente extremos o que necesitan manejo de una alta precisión.
- Incrementar la producción. Al mantener una línea de producción automatizada evitando demoras en los procesos, no habrá agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas y el tiempo de ejecución se disminuirá.

La automatización de un proceso requiere una inversión inicial grande en comparación con el costo del producto, pero esto solo será una inversión a largo plazo porque con ella se aumentará la producción y esta inversión será recuperada con el tiempo.

La automatización industrial utiliza sistemas de control para monitorear los diferentes mecanismos y procesos industriales que se realizan a diario. Un ejemplo de un sistema de control industrial es un controlador lógico programable (PLC), los cuales son especializados en sincronizar flujos de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores. Una parte muy importante en la automatización es la interfaz hombre maquina (HMI) que son los que se comunican con los PLC's y otros equipos de control.

5.2. DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN Y TRANSMISIÓN

Son los encargados⁷ de detectar magnitudes físicas o químicas (distancia, humedad, movimiento, pH, presión, sonido, temperatura, peso, etc.) las cuales son llamadas variables de proceso; para luego convertirlas en variables eléctricas, que pueden ser manipuladas y usadas por controladores, indicadores, registradores, etc. Estos dispositivos de medición y transmisión se componen de dos elementos funcionales, los cuales se explicaran a continuación:

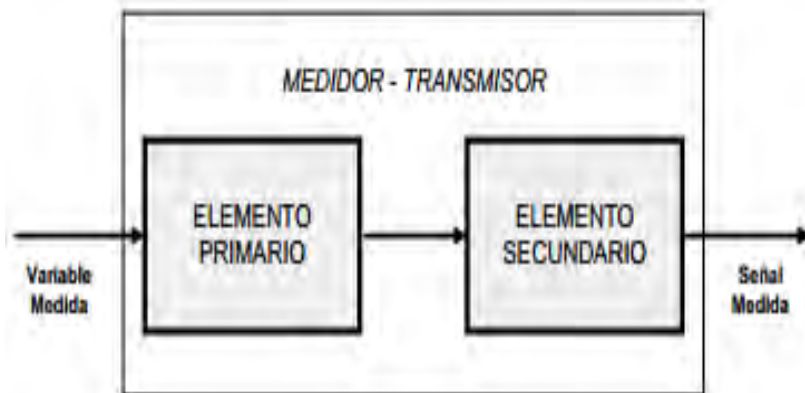
- Elemento Primario: es el que capta la variable a medir y produce cambios en propiedades físicas que luego puede transformarse en una señal.

⁷ Dispositivos de medición y transmisión [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema_3/Tp3a.pdf

- Elemento Secundario: es el encargado de captar la señal elaborada por el elemento primario y la transforma en una salida o genera una señal estandarizada que puede ser captada por otro instrumento en forma local o remota.

El diagrama en bloques de un dispositivo de medición y transmisión se puede observar en la Figura 12 a continuación:

Figura 12. Funcionamiento de un dispositivo de medición y transmisión.



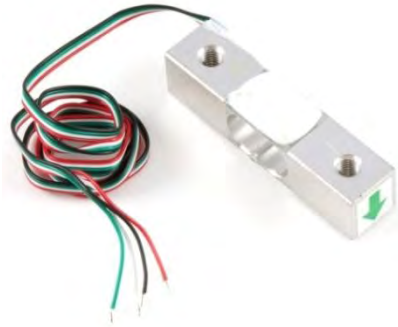
Fuente: Dispositivos de medición y transmisión [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema_3/Tp3a.pdf

Un ejemplo de un dispositivo de medición y transmisión son las cerdas de carga, el cual se definirá detalladamente.

5.2.1 Celdas de Carga. Una celda de carga⁸ es una pieza de metal a las que se adhieren galgas extensiométricas. Tienen como función convertir el peso ($W=mg$) en una señal eléctrica. Esta conversión empieza a partir de un dispositivo mecánico, es decir, el peso que se desea medir deforma las galgas extensiométricas. Estas galgas cambian su resistencia eléctrica cuando se le comprime, en el momento que se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto, para así obtener una señal eléctrica con la cual se puede obtener el valor del peso. En la Figura 13 se puede apreciar una celda de carga.

⁸ Definición de las Celdas de Carga [en línea]. [Consultado el 11 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://5hertz.com/tutoriales/?p=690>

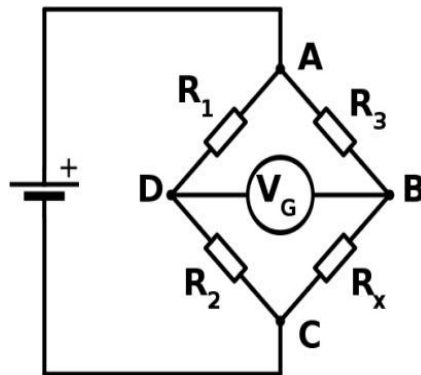
Figura 13. Celdas de Carga.



Fuente: Celdas de Carga [en línea]. [Consultado el 11 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://5hertz.com/tutoriales/wp-content/uploads/2014/04/celda-de-carga.jpg>

El ajuste de las resistencias se hace por medio de la configuración del puente de Wheatstone, al cual se le aplica un voltaje DC o AC en dos puntos opuestos del puente. La magnitud que se le aplica esta entre de 5 a 20 voltios (dependiendo de la celda de carga), y la deformación mecánica de la celda genera una variación en milivoltios proporcional al voltaje aplicado y a la carga. En la Figura 14 se muestra la configuración del puente de Wheatstone.

Figura 14. Configuración del Puente de Wheatstone.



Fuente: Celdas de Carga [en línea]. [Consultado el 11 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://5hertz.com/tutoriales/wp-content/uploads/2014/04/1celda.jpg>

Las celdas de carga presentan diferentes configuraciones geométricas, trabajan en rangos desde pocos gramos hasta cientos de toneladas. La precisión de cada celda varía desde las comerciales hasta las más científicas y normalmente son de acero o aluminio. En la actualidad, las celdas están siendo utilizadas en muchos

lugares, desde una báscula para pesar frutas, cárnicos, verduras en el supermercado; hasta para medir el peso de una persona o de un transporte público; y también en campo industrial para pesar productos en movimiento.

5.3. ERGONOMIA

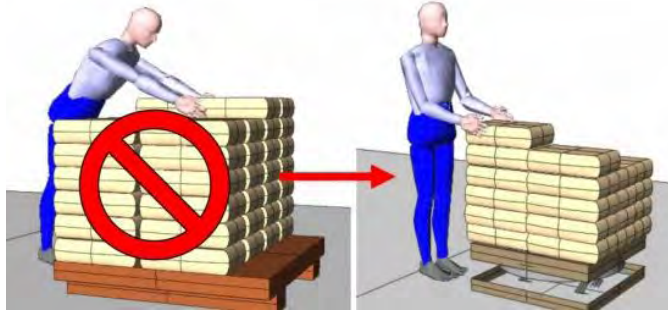
Según la Real Academia Española la ergonomía⁹ consiste en lograr diseñar puestos de trabajo y productos que encajen naturalmente, y de esta forma reducir el cansancio para evitar los errores que comente a diario la persona en su trabajo.

Básicamente, la ergonomía tiene como propósito adaptar el trabajo a las capacidades y posibilidades del ser humano. Actualmente, todos los elementos de trabajo ergonómicos se diseñan teniendo en cuenta quiénes van a utilizarlos, para cumplir con las características y necesidades de las personas que las integran.

En algunas empresas no se utilizan máquinas para realizar su proceso de producción, sino que a veces se cuentan con trabajadores que realizan estas tareas a diario, la cuales a veces pueden ser pesadas o repetitivas y continuas. Sin embargo, las empresas solo le importa que las cosas queden bien hechas porque se obtiene el resultado que se espera, pero en ocasiones no saben el daño que le están haciendo a sus operarios, debido a que ellos cumplen su trabajo sin saber que a veces realizan malas posturas cuando realizan sus tareas, por lo cual puede generar cansancio y errores en su trabajo. Pero a futuro puede terminar en algunas lesiones o enfermedades que lo incapaciten gravemente. En la Figura 15 se muestra el trabajo de un operario y como debe ser la postura al realizarlo.

⁹ Definición de Ergonomía [en línea]. [Consultado el 14 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

Figura 15. Postura correcta para realizar este tipo de trabajo.



Fuente: Posturas correctas para trabajar [en línea]. [Consultado el 14 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://ergonomia.lineaprevencion.com/pages/sectorconstruccion.php?code=ERG>

Hoy en día, se demanda calidad de vida laboral, lo cual se define como el conjunto de condiciones de trabajo que no dañan la salud y que, además, ofrecen medios para el desarrollo personal. Por esta razón, la ergonomía ha elaborado algunos objetivos tales como:

- Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales (ergonómicos y psicosociales).
- Adaptar el puesto de trabajo y las condiciones de trabajo a las características del operador.
- Contribuir a la evolución de las situaciones de trabajo, no sólo bajo el ángulo de las condiciones materiales, sino también en sus aspectos socio-organizativos, con el fin de que el trabajo pueda ser realizado salvaguardando la salud y la seguridad, con el máximo de confort, satisfacción y eficacia.
- Controlar la introducción de las nuevas tecnologías en las organizaciones y su adaptación a las capacidades y aptitudes de la población laboral existente.
- Establecer prescripciones ergonómicas para la adquisición de útiles, herramientas y materiales diversos.
- Aumentar la motivación y la satisfacción en el trabajo.

6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto es indispensable tener una metodología, la cual permita contemplar todas las temáticas, ideas, requerimientos, problemas y soluciones. Además deber tener una secuencia lógica y racional para el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente; para de esta forma llevar un proceso ordenado y obtener un proyecto efectivo.

Este proyecto cuenta con unos objetivos que demandan conocimientos técnicos, tecnológicos y científicos, por lo que es necesario tener claro qué tipo de metodología se va a implantar. Por lo tanto, teniendo claro el tipo de conocimientos y conceptos requeridos, es conveniente usar una metodología de ingeniería concurrente.

La metodología de ingeniería concurrente se define como “un enfoque sistemático para el diseño paralelo e integrado de productos y procesos relacionados, incluyendo manufactura y servicios de apoyo, con la intención de que los desarrolladores consideren, desde el inicio del proyecto, todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su eliminación y reciclaje, incluyendo calidad, costo; planeación y requerimientos del usuario¹⁰. Además la ingeniería concurrente permite relacionar todo tipo de ideas, inconvenientes con el desarrollo del producto, nuevas soluciones, paralelamente de cómo se desarrolla el proyecto.

Básicamente, con la ingeniería concurrente se pueden especificar una serie de actividades, las cuales permiten un excelente desarrollo de los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto. Además cada actividad trabaja paralelamente con los nuevos elementos que se presenten para un desarrollo eficaz. Las actividades de la ingeniería concurrente que se van a llevar a cabo son las siguientes:

¹⁰ Definición tomada de: “Ingeniería Concurrente y Tecnología de la Información”, Autor: Rodolfo García Flórez, Profesor del Doctorado de Ingeniería de Sistemas de la FIME-UANL. [Consultado el 14 de Marzo del 2014]. En línea: <http://ingenierias.uanl.mx/22/ingenieriaconcu.PDF>

- **Identificación de las Necesidades:** Para identificar las necesidades de la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad se pueden usar diferentes herramientas tales como: encuestas escritas y verbales, entrevistas, percepción del entorno, comentarios de las personas implicadas, entre otras. Todo esto con el fin de obtener información necesaria para determinar correctamente el problema.

- **Estudio del Problema:** Con las necesidades que se obtuvieron se puede detectar el problema que tiene la empresa, además de que permitirá estudiar las restricciones que se deben considerar, para de esta forma darle una solución adecuada.

- **Estudio de Especificaciones y Restricciones del Proyecto:** Las especificaciones y restricciones permiten limitar las ideas que se van presentando a lo largo del desarrollo del proyecto. Además que son vitales para optar por un diseño óptimo que permita tener un resultado eficaz frente a la problemática que se tiene.

- **Posibles Soluciones:** En esta etapa se realiza una lluvia de ideas para el problema propuesto, con el fin de tener diferentes opciones de solución. Para esto es necesario tener presente todas las consideraciones, restricciones, especificaciones, necesidades que el problema y proyecto brinda.

- **Selección de la Mejor Solución:** Después de haber realizado la lluvia de ideas, es necesario estudiar la viabilidad de cada una dependiendo de las restricciones, especificaciones, necesidades y conceptos que brinda el problema. Para de esta forma seleccionar la mejor opción que pueda solucionar el problema en cuestión.

- **Diseño de la Mejor Solución** Luego de haber seleccionado la mejor solución es indispensable el diseño de este por medio de una herramienta de software. Para esto se deben tener en cuenta una serie de conceptos que permitan su desarrollo.

La base para el desarrollo del proyecto son las etapas nombradas anteriormente, pero pueden aparecer algunas actividades nuevas, que se podrán incursionar durante el ciclo de vida del proyecto.

En la Tabla 1 se pueden apreciar las actividades, las cuales están categorizadas por su orden jerárquico, y además muestra el tiempo que tomara en realizarse cada una de ellas; la unidad de medida del tiempo está dada en semanas.

Tabla 1. Etapas del Desarrollo del Proyecto, con su orden jerárquico y tiempo de ejecución

	Semanas																							
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Identificación de las necesidades																								
2. Estudio del Problema																								
3. Estudio de Especificaciones y Restricciones																								
4. Posibles Soluciones																								
5. Selección de la mejor solución																								
6. Diseño de la mejor solución																								

7. DESARROLLO DEL PLANTEAMIENTO DE LA MISION DEL PROYECTO

Para iniciar con el desarrollo del proyecto en la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, es necesario especificar la misión del proyecto, dando a conocer sus características más importantes y funciones que cumple, como se puede ver a continuación:

Tabla 2. Planteamiento de la Misión del Proyecto

DESCRIPCION DEL PRODUCTO <ul style="list-style-type: none">• Máquina automatizada para la clasificación de presas de pollo por su respectivo peso en diferentes rangos
OBJETIVOS CLAVES DE NEGOCIO <ul style="list-style-type: none">• Integrar un sistema que permita un fácil funcionamiento en la tarea principal que se realiza a diario en la empresa.• Brindar una Interfaz amigable con el usuario que facilite el uso de la máquina.• Lograr una maquina automatizada de bajo costo y buena calidad en los materiales para garantizar durabilidad.• Optimizar tiempos de operación, permitiendo que la empresa tenga una buena rentabilidad para recuperar rápido la inversión inicial.
MERCADO PRIMARIO <ul style="list-style-type: none">• Avícola y Salsamentaría Calidad
MERCADO SECUNDARIO <ul style="list-style-type: none">• Empresas medianas y pequeñas dedicadas a la distribución y comercialización de presas de pollo que en la actualidad cuenten con un proceso de clasificación manual.
PREMISAS Y RESTRICCIONES <ul style="list-style-type: none">• Los materiales deben garantizar en nivel de sanidad adecuado en la clasificación de las presas de pollo.• Las dimensiones de la maquina se deben ajustar al área de trabajo dentro de la empresa.• Fácil manejo de la interfaz hombre máquina.
PARTES INVOLUCRADAS <ul style="list-style-type: none">• Fabricantes y proveedores de las partes de la máquina.• Compradores y usuarios.• Proveedores de la materia prima.

7.1. IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Para poder identificar las necesidades de la Avícola y Salsamentaría Calidad se realizó un método de obtención de datos, el cual se llevó a cabo mediante una serie de entrevistas con el personal de ventas y producción de la empresa, gracias a esto se lograron identificar las siguientes necesidades como se pueden ver en la Tabla 3.

Tabla 3. Identificación de las Necesidades

Planteamiento del Cliente	Planteamiento de la Necesidad
<ul style="list-style-type: none"> La comodidad en el manejo de la máquina es un factor importante, además de que se pueda limpiar fácilmente al final de la jornada. 	<ul style="list-style-type: none"> Fácil Manejo. (1) Fácil Limpieza (2)
<ul style="list-style-type: none"> Que la máquina se ajuste a la sala de proceso de la empresa y a la instalación puede llevarse a cabo fácilmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Fácil instalación (3) Tamaño Medio, que no supere $27,6m^3$ (4,6m x 3,0m x 2,0m) (18)
<ul style="list-style-type: none"> Que a la hora de reparar alguna pieza no salga más costoso que el mismo equipo y que los mantenimientos preventivos se puedan hacer fácilmente. 	<ul style="list-style-type: none"> Fácil Mantenimiento (4) Costo de mantenimiento bajo (5)
<ul style="list-style-type: none"> Que la máquina sea segura para el usuario en condiciones riesgosas de trabajo como contacto con el agua o sobre picos en la red de alimentación 	<ul style="list-style-type: none"> Seguro para el usuario (6) Sistemas de seguridad contra cortos o sobrecargas (7)
<ul style="list-style-type: none"> A la hora de utilizar la máquina durante un periodo largo no se eleve mucho el recibo de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> Mínimo consumo de potencia (8)
<ul style="list-style-type: none"> Que en cualquier momento pueda realizarle cambios en el proceso de clasificación y que esto pueda realizarse sin ningún problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de fácil uso(9)
<ul style="list-style-type: none"> Que la clasificación de la presas se realice en diferentes rangos de manera rápida y permita tener un inventario del número de presas clasificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación en diferentes rangos simultáneamente (10) Cambio de parámetros tales como rango de clasificación y

	cantidad (11,12) • Capacidad de clasificación alta (13) • Optimizar tiempos de producción (16)
• Que saque un producto limpio y no perjudicial para el usuario.	• Cumplimiento de normas sanitarias (14)
• “Me gustaría que no hubieran equivocaciones mayores a 10 gramos en la clasificación de las presas”	• Precisión en el proceso de clasificación (15)
• Que la máquina no sea tan costosa	• Costo asequible, que no supere los \$60.000.000 (17)
• Que la máquina tenga algún indicador de cuando se agotan las presas por clasificar.	• Aviso de agotamiento de presas por clasificar (19)

Luego de tener claro las necesidades de la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad obtenidas a través de entrevistas y encuestas al personal de trabajo, éstas se caracterizaron con un nivel de importancia entre 1 y 5, donde 1 es el mínimo y 5 el máximo valor de importancia, como se puede ver en la Tabla 4.

Tabla 4. Nivel de Importancia de las Necesidades

#	Necesidades	Importancia
1	La máquina clasificadora es de fácil manejo.	4
2	La máquina clasificadora permite ser limpiada con facilidad.	3
3	La máquina clasificadora es de fácil instalación.	2
4	La máquina clasificadora es de fácil mantenimiento.	4
5	La máquina clasificadora posee un costo de mantenimiento bajo.	3
6	La máquina clasificadora es segura para el usuario.	4
7	La máquina clasificadora posee sistemas de seguridad contra cortos o	3

	sobrecargas.	
8	La máquina clasificadora consume un mínimo de energía.	3
9	La máquina clasificadora proporciona un interfaz de fácil entendimiento.	4
10	La máquina clasificadora permite clasificar las presas en varios rangos simultáneamente.	5
11	La máquina clasificadora permite variar el rango de peso de clasificación.	5
12	La máquina clasificadora permite contabilizar la cantidad de presas clasificadas	4
13	La máquina clasificadora proporciona una capacidad de clasificación alta.	5
14	La máquina clasificadora cumple con las normas sanitarias.	5
15	La máquina clasificadora proporciona precisión en el proceso de clasificación.	5
16	La máquina clasificadora permite optimizar tiempos de operación.	4
17	La máquina clasificadora es de precio asequible.	3
18	La máquina clasificadora es de tamaño medio.	3
19	La máquina clasificadora proporciona un aviso de agotamiento de presas por clasificar.	3

7.2. MÉTRICAS

Después de identificar, organizar, y jerarquizar las necesidades descritas por el personal de trabajo de la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, se procede a establecer las métricas y sus unidades correspondientes, como se puede ver en la Tabla 5.

Tabla 5. Métricas y Necesidades

Nº	Necesidad	Métrica	Importancia	Unidades
1	1,3,9,19	Usabilidad	4	Subjetivo
2	4	Fácil mantenimiento y reparación	3	Binario
3	6	Seguridad Industrial	4	Binario
4	8	Consumo de Potencia	3	Watts
5	10	Número de rangos de clasificación	5	Cantidad
6	15	Precisión	5	g
7	2,7	IEC 60529	3	Binario
8	5,17	Precio	3	COP\$
9	18	Alto	3	mm
10	18	Ancho	3	mm
11	18	Largo	3	mm
12	11	Rango de pesado	5	g
13	12	Cantidad clasificada	4	Binario
14	14	Norma ISO 22000	5	Binario
15	13, 16	Velocidad de Clasificación	5	Presas/min

7.3. EVALUACIÓN DE MEDIDAS DE PRODUCTOS COMPETIDORES

La evaluación de los productos de los competidores nos permite conocer cómo se satisfacen las métricas establecidas previamente, para así de esta manera tener una base del producto a realizar.

Tabla 6. Evaluación de los Competidores

			Clasificadora Modelo Cwm 220	Clasificadora Modelo Roser 3682	Manipulador FESTO T EXCT ¹¹
Métrica					
1	Usabilidad	Subjetivo	5	5	5
2	Fácil mantenimiento y Reparación	Binario	Si	Si	Si
3	Seguridad Industrial	Binario	Si	Si	Si
4	Consumo de Potencia	Watts	500	680	-
5	Número de rangos de clasificación	Cantidad	5	4	2
6	Precisión	g	0,5	50	-
7	IEC 60529	Binario	Si	Si	Si
8	Precio	COP\$	50.000.000	-	-
9	Alto	mm	650	1200	600
10	Ancho	mm	580	500	300
11	Largo	mm	3000	4000	1410
12	Rango de pesado	g	0,1 -1200	10-3000	0,1-3000
13	Cantidad clasificada	Binario	Si	Si	No
14	Norma ISO 22000	Binario	Si	Si	Si
15	Velocidad de Clasificación	Presas/min	50	80	71

7.4. ESPECIFICACIONES PRELIMINARES DEL PRODUCTO

A partir de las métricas obtenidas y de sus los valores marginales e ideales del producto, y los datos obtenidos de los competidores se obtendrán las siguientes especificaciones preliminares del producto como se puede ver en la Tabla 7.

¹¹ Especificaciones del Manipulador FESTO T EXCT [Consultado el 7 de Abril del 2014], En línea: http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/148510/AdvancedHandlingSystems_es.pdf

Tabla 7. Especificaciones Preminilares del Producto

No	Métrica	Valor	Unidades
1	Usabilidad	5	Subjetivo
2	Fácil mantenimiento y reparación	Si	Binario
3	Seguridad Industrial	Si	Binario
4	Consumo de Potencia	≤ 650	Watts
5	Número de rangos de clasificación	3	Cantidad
6	Precisión	20	g
7	IEC 60529	Si	Binario
8	Precio	$\leq 60.000.000$	COP\$
10	Ancho	2600	mm
11	Largo	4350	mm
12	Rango de pesado	0,1-3000	g
13	Cantidad clasificada	Si	Binario
14	Norma ISO 22000	Si	Binario
15	Velocidad de Clasificación	80	Presas/min

7.5. DESPLIEQUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

Las siglas QFD corresponden de sus iniciales en inglés (Quality Funtion Deployment) el cual significa Despliegue de la Función de Calidad.

La QFD¹² o también conocida como La Casa de la Calidad es un método de gestión de calidad basada en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño. En este método se plantea el “QUÉ” necesitan y esperan los clientes; además se interroga el “CÓMO” conseguir satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Así de esta forma se llega a la cuestión de cómo diseñar el producto o servicio, para que responda a la calidad esperada. La QFD tiene como objetivos:

¹² Definición del Despliegue de la función de Calidad (QFD) [en línea]. [Consultado el 10 de Abril del 2014]. <http://www.aiteco.com/qfd-despliegue-de-la-funcion-de-calidad/>

- Dar prioridad a las necesidades expresadas y latentes de los clientes con respecto a un producto.
- Traducir esas necesidades en términos de características y especificaciones técnicas.
- Diseñar, producir y entregar un producto o servicio de calidad, centrándose en la satisfacción de los clientes.

En la parte central de la QFD se relacionan las necesidades del cliente con las métricas de diseño, con lo que se responde el “QUÉ” y “CÓMO”. Dependiendo de cómo sea la relación se califica de una relación fuerte con un valor de 9 puntos (círculos rellenos), relación moderada con un valor de 3 puntos (círculos vacíos) o relación débil con un valor de 1 punto (triángulos), en caso de no haber relación no se coloca ningún punto. La casa de calidad del producto se puede ver en el anexo A.

Además se pueden relacionar las métricas de diseño entre ellas mismas, para de esta forma conocer las relaciones positivas de compromiso (+) y las relaciones negativas de no compromiso (-). Esto se puede ver en el techo de la casa de calidad.

Después de haber realizado todas las relaciones en la parte central y superior de la casa de calidad, se realizan los cálculos para determinar el valor de importancia final y su representación en porcentaje, que se ve presentado en el gráfico de barras en la parte inferior de la casa. Así de esta forma se puede observar cuales son los criterios con mayor ponderación que se deben tener en cuenta para el desarrollo del diseño del producto, estos son:

- | | |
|-------------------------------------|-----|
| • Usabilidad | 12% |
| • Número de rangos de clasificación | 11% |
| • Velocidad de Clasificación | 11% |
| • Rango de pesado | 9% |
| • Exactitud | 9% |
| • Precio | 7% |

8. GENERACIÓN DE CONCEPTOS SELECCIÓN Y PRUEBA DE CONCEPTOS

Con el fin de obtener una visión preliminar de cómo será el diseño de la máquina clasificadora de presas de pollo, se desarrolla el método de generación, selección y prueba de conceptos; con el fin de reconocer y simplificar las ideas planteadas para la solución del problema que presenta la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad.

8.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

- Máquina automatizada para la clasificación de presas de pollo por su respectivo peso en rangos diferentes.

8.2. NECESIDADES DEL PRODUCTO

- Permite separar presa por presa para llevar a cabo el proceso de pesado y clasificación
- Software de fácil manejo que permita al usuario modificar los parametros de clasificiación
- Cumple con las normas sanitaras
- Precisión en el sistema de pesado
- Bajo consumo de energía eléctrica
- Clasificación de presas de pollo en diferentes rangos de forma rápida y exacta
- Proporciona indicador del número de presas clasificadas
- Es de un costo adsequible
- Fácil limpieza y mantenimiento al terminar el proceso
- Proporciona avisos para el agotamiento de presas por clasificar y fin de la clasificación

Para la descomposición funcional del proyecto se inició con la detección de las entradas y salidas que describirán cada una de las variables que el sistema deberá contener y manejar. A continuación se observa un esquema en el cual se muestran las variables de la máquina clasificadora de peso para presas de pollo (Diagrama caja negra) y se explica las subfunciones (Descomposición funcional) que el sistema debe poseer.

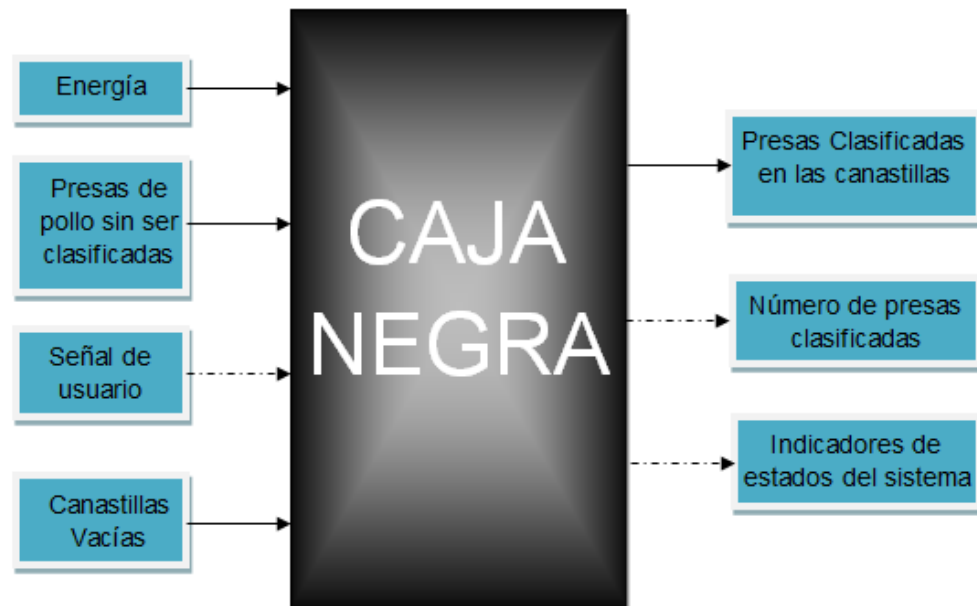
También en la descomposición funcional se toma en cuenta las necesidades que debe cumplir el mecanismo (mencionadas en la QFD) para así decidir las funciones y que elementos debe tener para poder cumplirlas, de esta manera se

muestra en los siguientes diagramas las especificaciones y métricas usadas en elementos de ingeniería.

8.3. CAJA NEGRA

En este diagrama se identifican las respectivas entradas y salidas del dispositivo a diseñar, para la entrada de la señal del usuario se tiene en cuenta: inicio del sistema, parada de emergencia, rangos de clasificación y número de presas a clasificar en cada uno de los rangos.

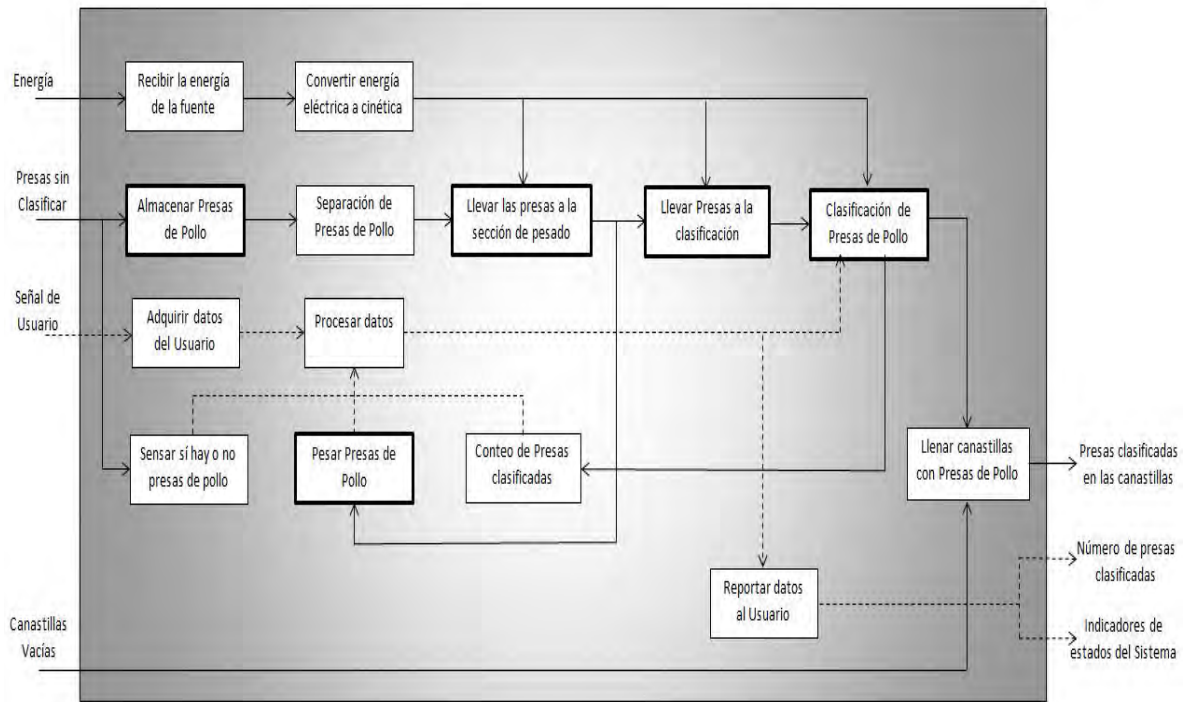
Figura 16. Caja Negra del Sistema.



8.4. DESCOMPOSICIÓN FUNCIONAL DEL DISPOSITIVO

Para un detallado análisis del producto se realiza una identificación de los subprocesos que intervienen en el desarrollo normal del sistema. La descomposición funcional también es conocida como la caja gris, como se puede ver a continuación:

Figura 17. Descomposición Funcional del Dispositivo



8.5. CONCEPTOS GENERADOS POR LAS SUBFUNCIONES

- Subfunción “Recibir energía de la fuente”
 - Energía Eléctrica
 - Energía Eólica
 - Energía Solar
- Subfunción “Almacenar Presas de Pollo”
 - Tolva
 - Canastilla
 - Rueda
 - Feeder
 - Cilindro
- Subfunción “Sensor si hay o no presas de pollo”
 - Sensor infrarrojo
 - Sensor ultrasonido
 - Sensor de proximidad
- Subfunción “Convertir energía eléctrica a cinética”
 - Motor DC
 - Motor AC
 - Servoactuadores
- Subfunción “Llevar las presas a la sección de pesado”
 - Pistón
 - Manipulador

- Rueda Feeder
- Subfunción “Conteo de presas clasificadas”
- Sensor infrarrojo
- Sensor ultrasonido
- Sensor de proximidad
- Final de carrera
- Subfunción “Procesar Datos”
- μ Controlador
- PLC
- Subfunción “Clasificación de presas de pollo”
- Manipuladores
- Banda transportadora con pistones
- Banda transportadora con cortinas
- Subfunción “Indicadores”
- Sonido
- Iluminación con luces de LED
- Movimiento con motores de vibración
- Subfunción “Pesar presas de Pollo”
- Báscula L-PCR/20
- Báscula DS-980SC
- Báscula ACS-TAE 30
- Báscula con indicador TUXON-A

Se han generado diferentes ideas de cómo realizar cada subfunción, pero el sistema que se va a diseñar requiere de energía para su alimentación, por lo cual fuentes de energía eólica y solar podrían ser posibles opciones, pero estas fuentes requieren de dispositivos para obtener y almacenar toda esta energía ofrecida por los recursos naturales del sol y el viento. Es decir, se necesitan dispositivos que puedan obtener los recursos naturales para transformarlos en energía eléctrica y poder almacenar esta carga. Pero, la empresa no cuenta con los dispositivos y su inversión es muy costosa, por lo cual incrementaría el presupuesto del proyecto y se pasaría al valor asignado inicialmente, así que estas fuentes no son muy viables para esta ocasión. Por estos motivos la energía que se utilizara para la fuente de alimentación del sistema será la energía eléctrica

8.6. COMBINACIÓN DE CONCEPTOS

En la tabla No8 se mostraran únicamente las subfunciones determinantes en el proceso de la clasificación de las presas de pollo, las cuales fueron escogidas porque de ellas dependen el concepto a desarrollar y hay diferentes formas de cómo realizar cada subfunción, por ello es necesario hacer una combinación entre

ellas y evaluar cada una de las combinaciones, para de esta manera elegir el mejor concepto. Por otro lado las subfunciones que no se tienen en cuenta en la tabla, se pueden analizar de manera independiente del concepto que se seleccione, para así escoger el dispositivo que mejor cumpla cada subfunción.

Tabla 8. Combinación de Conceptos.

Almacenar Presas de Pollo	Llevar las presas a la sección de pesado	Pesar presas de pollo	Llevar Presas a la Clasificación	Clasificación de Presas de Pollo
Canastilla	Manipulador	Báscula L-PCR/20	Pistón	Manipuladores
Feeder	Feeder	Báscula DS-980SC	Manipulador	Banda transportadora con Pistones
Elevador	Pistón	Báscula ACS-TAE 30	Cortina	Banda transportadora con Cortinas
Tolva	Elevador	Báscula con TUXON-A		

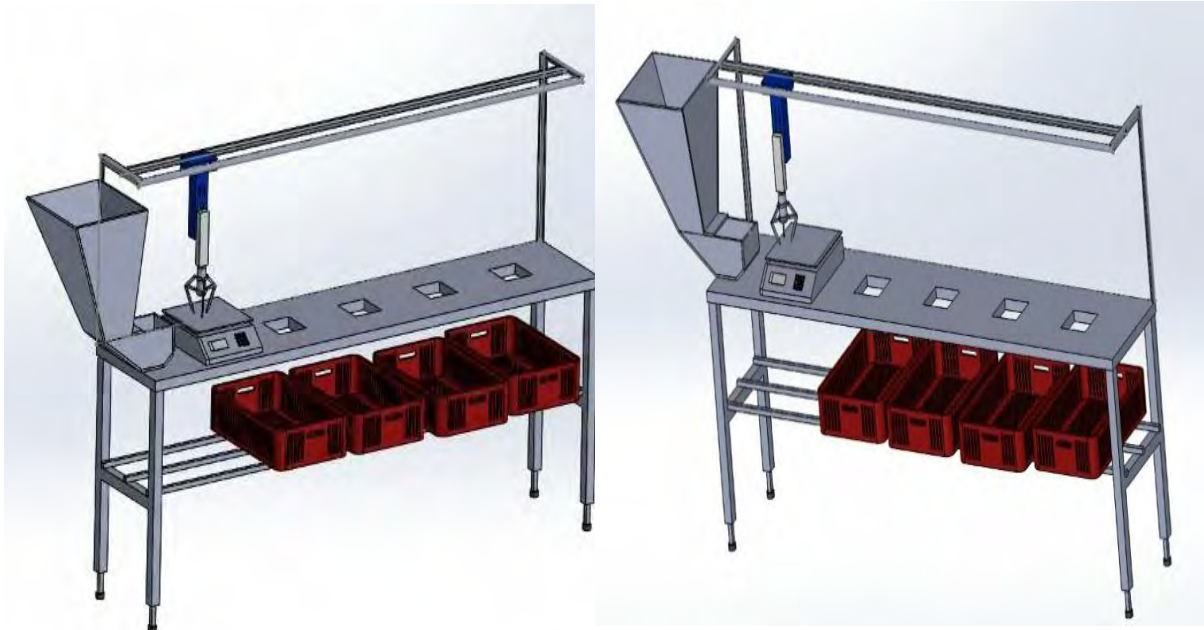
En base a las subfunciones nombradas anteriormente, se realiza una lluvia de ideas de cómo se pueden realizar y cumplir éstas, las cuales serán combinadas entre cada uno de los conceptos generados más adelante. Así de esta forma se obtuvieron diferentes combinaciones, las cuales serán evaluadas y solo una será la solución para la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, estas son:

Tolva	+	Manipulador	+	Báscula L-PCR/20	+	Manipulador	+	Manipulador
Elevador	+	Elevador	+	Báscula DS-980SC	+	Báscula DS-980SC	+	Banda Transportadora con Cortina
Canastilla	+	Manipulador 1	+	Báscula ACS-TAE 30	+	Manipulador 2	+	Manipulador 2
Feeder	+	Feeder	+	Báscula con Tuxon A	+	Pistón	+	Banda Transportadora con Cortina

8.6.1 Representación de Conceptos. Los conceptos serán explicados a continuación:

8.6.1.1. Concepto A. Tolva + Manipulador + Báscula L-PCR/20 + Manipulador + Manipulador, se puede observar en la Figura 18.

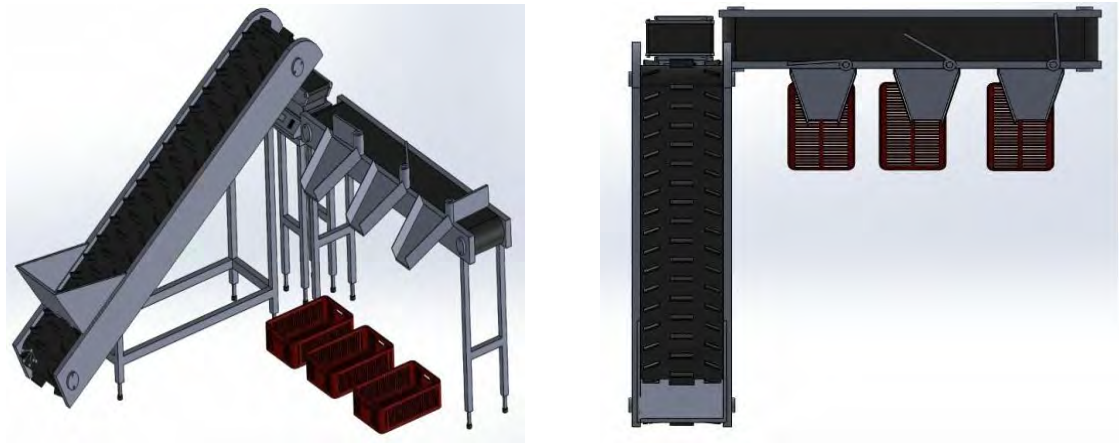
Figura 18. Representación del Concepto A.



Esta combinación consiste en usar una tolva para el depósito de las presas de pollo sin clasificar; un manipulador que se encarga de agarrar una presa de la tolva y llevarla a la sección de pesado; una báscula de referencia L-PCR/20 que es sensible a partir de 2 gramos y con conexión serial, la cual es la encargada de hacer la lectura de peso de la presa de pollo y enviarle el dato al sistema de control. Después de haber realizado la lectura y saber cuál es el rango de clasificación de la presa el mismo manipulador se encarga de agarrarla nuevamente y llevarla al lugar de clasificación correspondiente

8.6.1.2. Concepto B. Rueda + Rueda + Báscula DS-980SC + Báscula DS-980SC + Banda Transportadora con Cortina, como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Representación del Concepto B.



Para este concepto, las presas de pollo sin clasificar se almacenan en un depósito ubicado encima de la banda transportadora elevadora de presas, esta banda es la encargada de hacer la separación y llevar de a una presa a la sección de pesaje. El sistema de pesaje en vuelvo está constituido por una pequeña banda transportadora ubicada sobre la báscula con referencia DS-980SC, la cual está encargada de hacer la lectura del peso de la presa de pollo y enviar la información al sistema de control, para saber en qué rango de clasificación debe ir la presa; el objetivo del pesaje en vuelvo es obtener el peso de la presa al mismo tiempo que esta se va moviendo sobre la banda para llegar a la sección de clasificación, en esta sección se encuentra una tercera banda transportadora con tres cortinas encargadas de llevar la presa a la canastilla deseada dependiendo de su peso y de los datos ingresados por el usuario. En el caso de que el peso de la presa no corresponda a ninguno de los tres rangos ingresados por el usuario, esta será depositada en una cuarta canastilla ubicada al final de la banda transportadora.

8.6.1.3. Concepto C. Canastilla + Manipulador1 + Báscula ACS-TAE 30 + Manipulador2 + Manipulador2, como se puede ver en la Figura 20.

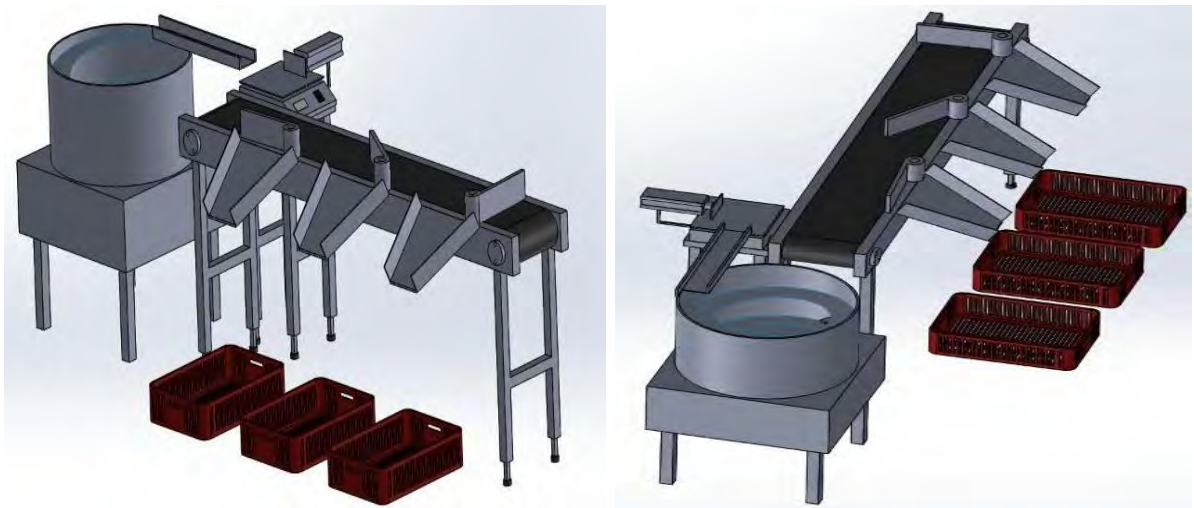
Figura 20. Representación del Concepto C.



El concepto C consta de utilizar la misma canastilla en donde llegan las presas de pollo de los proveedores a la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, para usarla como depósito de las presas sin clasificar; además dispone de un manipulador que lleva la presa desde la canastilla hasta la sección de pesado, se debe tener en cuenta que este manipulador se mueve a lo largo de los 3 ejes (a lo largo del eje (x, y) para posicionarse sobre la presa, y en el eje z para bajar y sujetarla) y también debe contar con un sistema de identificación de presas de pollo con el fin de ubicar las presas dentro de la canastilla; en la sección de pesado se encuentra una báscula de referencia ACS-TAE 30 que es sensible a 2 gramos y con conexión serial, está se encarga de hacer la lectura de peso de la presa de pollo y enviarle el dato al sistema de control, y por último cuenta con un segundo manipulador de dos ejes (eje x y z), el cual agarra la presa de la báscula y la lleva al lugar de clasificación correspondiente, según la orden que haya dado la parte de control.

8.6.1.4. Concepto D. Feeder + Feeder + Báscula con indicador Tuxon A + Pistón + Banda Transportadora con Cortina, se puede ver en la Figura 21.

Figura 21. Representación del Concepto D



Esta combinación consiste en utilizar un feeder, en el cual se depositan todas las presas de pollo sin clasificar en su interior, ubicándolas en el centro del recipiente circular al mismo tiempo que este se encuentra realizando un movimiento en espiral de abajo hacia arriba para ir subiendo y separando las presas, a lo largo del espiral del feeder se instalan unas trampas las cuales van tumbando al centro del recipiente las presas que se encuentran mal ubicadas dentro del espiral, esto con el fin de asegurar que solo salga una presa al tiempo, es decir, que el feeder se encarga tanto del depósito de las presas como de llevarlas a la sección de pesado. En esta parte se encuentra la báscula con indicador Tuxon A y es la encargada de hacer la lectura de peso de la presa de pollo y enviarle el dato al sistema de control, después de haber leído el peso de la presa un pistón la empujará a la banda transportadora con cortinas y dependiendo de la orden que ejecute el sistema de control, se activará una cortina de la banda para empujar la presa y desviarla hacia el camino de su clasificación.

9. SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Luego de haber visto la descripción de cada uno de los conceptos se procede a realizar la selección de uno de ellos, es decir, se requiere obtener la mejor combinación o el mejor sistema que permita obtener mayor calidad y eficacia en el proceso de clasificación de presas por su respectivo peso. Por lo tanto al finalizar esta etapa del proceso de desarrollo conceptual se tendrá definido el concepto que se desarrollará.

9.1. MATRIZ PARA EL TAMIZAJE DE CONCEPTOS

En la Tabla 9 se realiza la matriz de tamizaje y por medio de ella se puede hacer un filtro de los conceptos, para de esta manera continuar con aquellos que son más apropiados para el diseño a desarrollar. Para este proceso es necesario comparar cada uno de los conceptos con los criterios de selección, para asignarle una calificación de igual que (0), mejor que (+) y peor que (-). Al final de la evaluación se continúa con el concepto que haya obtenido una calificación positiva, mientras que los conceptos con calificaciones de cero se podrán combinar con uno de los otros conceptos.

Es importante destacar que el cumplimiento de las normas sanitarias es una necesidad del producto obligatorio, por tal razón no se encuentra dentro de los criterios de selección de la matriz de tamizaje, esto se debe a que todos los conceptos desarrollados deben cumplir con esta norma para poder ser empleados en la empresa, la cual maneja productos alimenticios. La referencia que se tiene es la máquina clasificadora por peso modelo 3682, fabricada por Roser CMSA mencionada anteriormente.

Tabla 9. Matriz de Tamizaje de Conceptos.

Criterios de Selección	Conceptos				Referencia
	A	B	C	D	
Separar presa por presa para el proceso de pesado y clasificación	-	+	+	+	0
Fácil manejo	+	+	+	+	0
Precisión en el sistema de pesado	-	+	-	+	0
Bajo consumo de energía eléctrica	+	-	+	-	0
Clasifica en diferentes rangos de forma rápida y exacta	-	+	+	+	0
Costo Asequible	+	0	-	-	0
Fácil limpieza y mantenimiento	-	+	+	-	0
Positivo	3	5	5	4	
Igual	0	1	0	0	
Negativo	4	1	2	3	
Total	-1	4	3	1	
Orden	4	1	2	3	
¿Continuar?	No	Si	Si	Si	

Tabla 10. Matriz para Evaluar Conceptos.

Criterios de Selección		CONCEPTOS					
		B		C		D Referencia	
		Nota	Criterio Ponderado	Nota	Criterio Ponderado	Nota	Criterio Ponderado
Separar presa por presa para el proceso de pesado y clasificación	20	5	1,00	5	1,00	4	0,80
Fácil manejo	10	4	0,40	3	0,30	3	0,30
Precisión en el sistema de pesado	15	5	0,60	5	0,60	5	0,60
Bajo consumo de energía eléctrica	5	2	0,10	2	0,10	3	0,15
Clasifica en diferentes rangos de forma rápida y exacta	25	5	1,25	4	1,00	5	1,25
Costo Asequible	20	3	0,60	2	0,40	4	0,80
Fácil limpieza y mantenimiento	5	4	0,20	5	0,25	3	0,15
Total		4,15		3,65		4,05	
Orden		1		3		2	
¿Continuar?		Desarrollar		No		No	

En la tabla No10 se califican los conceptos de acuerdo a los criterios de selección, los cuales tiene una ponderación con la que evaluarán el concepto a desarrollar. El concepto que se tomó como referencia es el concepto D porque posee unos elementos que cumplen en gran parte con los criterios de selección. Luego al realizar la matriz de evaluación se obtuvo que el concepto B es el que se va a desarrollar, debido a que satisface los criterios de mayor ponderación como lo son: separar presa por presa para el proceso de pesado y clasificación, precisión en el sistema de pesado y clasifica en diferentes rangos de forma rápida y exacta, además de tener un costo asequible.

9.2. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

Después de haber seleccionado el concepto a desarrollar, se procede a seleccionar los componentes físicos que conformarán el producto como lo son: los motores que llevarán las bandas transportadoras, el dispositivo que procesará los datos y se usará para realizar el control, sensor para el conteo de presas, sensor para el depósito de las presas el cual indica si hay o no presas, indicadores de alarmas cuando haya un error o cuando haya terminado el proceso, y la interfaz del sistema.

La selección de los dispositivos que llevará el diseño final se hará de la misma manera como se hizo la selección de conceptos, se procede a realizar una evaluación a través de matrices de tamizaje con diferentes criterios de evaluación.

9.2.1 Motores de las Bandas Transportadoras. Los motores de las bandas transportadoras serán los encargados de darle movimiento a cada una de las bandas de la máquina clasificadora de pollo. Para poder realizar esto se cuentan con tres posibles opciones en el mercado, las cuales son: *motor DC*, *motor AC* o *servomotor*. Para poder escoger cual es la mejor opción se realizó una matriz de tamizaje como se muestra en la Tabla 11, además en el anexo B se describen las características de cada uno de estos motores, para de esta manera elegir de forma correcta el tipo de motor a utilizar.

Tabla 11. Matriz de Tamizaje para los motores de las bandas transportadoras

Tipo de Motor			
Criterios de Selección	Motor DC	Motor AC	Servomotor
Funcionalidad	+	+	+
Vida Útil	-	+	+
Mantenimiento	-	-	+
Potencia	-	+	-
Costo	-	+	-
Positivo	1	4	3
Igual	0	0	0
Negativo	4	1	2
Total	-3	3	1
Orden	3	1	2
¿Continuar?	No	Si	No

9.2.2 Dispositivos encargados de la clasificación Los dispositivos encargados de la clasificación de las presas de pollos serán incorporados a un lado de la banda transportadora, separados a una distancia determinada para lograr la clasificación de los tres rangos de peso. Pero, solo un dispositivo se accionará al tiempo, dependiendo de la orden que ejecute el sistema de control, obviamente eso depende de qué peso es la presa y en qué rango de clasificación se encuentra. Algunos dispositivos que pueden realizar esta función son los cilindros eléctricos o neumáticos, y sus especificaciones se pueden observar en el anexo C. Para la selección de uno de ellos se tendrán en cuenta los criterios que se ven en la Tabla 12, y así de esta forma elegir la mejor opción.

Tabla 12. Matriz de Tamizaje para el Dispositivo encargado de la clasificación.

Criterios de Selección	Dispositivo encargado de la clasificación	
	Cilindro Eléctrico	Cilindro Neumático
Funcionalidad	+	+
Vida Útil	-	+
Mantenimiento	-	+
Velocidad	+	+
Preciso	+	-
Silencioso	+	-
Costo	-	+
Positivo	4	5
Igual	0	0
Negativo	3	2
Total	1	3
Orden	2	1
¿Continuar?	No	Si

9.2.3 Dispositivo encargado de procesar datos y hacer la parte de Control.

Para esta aplicación industrial es necesario que el sistema de control sea resistente a las condiciones (vibraciones, humedad, campos magnéticos, etc.) que se expone en esta área, además debe tener un fácil mantenimiento y por su puesto su programación debe realizarse de manera sencilla. Para poder evaluar el dispositivo de control es necesario observar el anexo D, en el cual se muestra detalladamente las características de un microcontrolador y PLC, para de esta forma poder comparar y escoger cual es la mejor opción, como se puede ver a continuación:

Tabla 13. Matriz de Tamizaje para el Dispositivo de Control

Criterios de Selección	Dispositivo de Control	
	μcontrolador	PLC
Funcionalidad	+	+
Vida Útil	-	+
Mantenimiento	-	+
Resistente	-	+
Costo	+	-
Positivo	2	4
Igual	0	0
Negativo	3	1
Total	-1	3
Orden	2	1
¿Continuar?	No	Si

9.2.4 Sensor para el conteo de Presas. Este sensor será utilizado para contar las presas que están fuera de rango para que al final del proceso la máquina tenga el total de las presas clasificadas y así obtener un inventario seguro. Cada vez que pase una presa por el sensor, este mandará una señal al dispositivo de control e ira acumulando el número de presas que están fuera de rango. Los sensores más utilizados para la detección de objetos son los sensores de proximidad, de cuales se destacan los *sensores fotoeléctricos* o *ultrasónicos*. La descripción del tipo de sensor se pueden ver en el anexo E, para de esta manera elegir cual es el más correcto para la aplicación.

Tabla 14. Matriz de Tamizaje para el Sensor de Conteo de Presas

Criterios de Selección	Sensor de Conteo de Presas	
	Sensor Fotoeléctrico	Sensor Ultrasonido
Funcionalidad	+	+
Vida Útil	0	0
Resistencia	-	+
Respuesta Rápida	+	-
Costo	+	-
Positivo	3	2
Igual	1	1
Negativo	1	2
Total	2	0
Orden	1	2
¿Continuar?	Si	No

9.2.5 Sensor de Peso a Nivel Industrial. Antes de hablar de qué tipo de sensor se debe utilizar para medir el peso de cada presa, es indispensable conocer que métodos existentes de pesado a nivel industrial se usan en estas aplicaciones, para de esta forma garantizar que la clasificación sea exacta y confiable para el usuario. Por lo tanto se obtuvo lo siguiente:

Estudio de Métodos Existentes de Pesado a Nivel Industrial. Para pesar productos u objetos a nivel a industrial¹³ existen diferentes tipos de básculas según la aplicación y la carga que se va a pesar. Entre estas se encuentran las básculas de pesaje de laboratorio, básculas de camiones, básculas industriales, ensacadoras, báscula para ganado y cintas de pesaje. Enfocándonos específicamente en la industria alimenticia, se utilizan las básculas industriales sobremesa (en acero inoxidable), en donde el objeto a pesar debe estar quiete sobre la báscula para que esta registre el peso, y las cintas de pesaje o pesaje dinámico, las cuales tienen la capacidad de pesar mientras el objeto se encuentra en movimiento. Estos dispositivos utilizan elementos de medición y transmisión como lo son las celdas de carga que están hechos de una pieza metálica, a la cual se le adhiere las galgas extensiométricas. Esta última cambia su resistencia eléctrica al comprimirse cuando se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto.

¹³ Diferentes métodos de pesaje a nivel industrial [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.anapesing.es/>

Actualmente, en la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad se utilizan básculas para la clasificación de presas de pollo por su respectivo peso, estas constan de una plataforma horizontal para situar las presas una a una y un indicador que les marca su respectivo peso. El proceso de clasificación que se realiza en la empresa es de manera manual, es decir, que la persona pone la presa en la báscula para conocer su peso y saber en qué rango debe de ir; pero estas básculas se pueden incorporar a sistemas que puedan hacer este proceso automático.

El problema de la báscula que se está usando en este momento en la empresa es que no tiene ningún puerto de comunicación, para de esta forma unirlo a un sistema de control. Por tal razón es necesario conocer que tipos de básculas existen en el mercado como se puede ver en el anexo F, y así de esta manera escoger cual es la más correcta para esta aplicación.

Tabla 15. Matriz de Tamizaje para la Báscula de Pesado a nivel industrial.

Criterios de Selección	Báscula de Pesado a Nivel Industrial			
	Báscula L-PCR/20	Báscula DS-980SC	Báscula ACS-TAE 30	Báscula con indicador TUXON-A
Funcionalidad	+	+	+	+
Vida Útil	+	+	+	+
Resistente	-	+	-	+
Sensibilidad	+	+	-	-
Costo	+	-	+	-
Preciso	+	+	-	-
Área de bandeja	-	+	-	+
Positivo	5	6	3	4
Igual	0	0	0	0
Negativo	2	1	4	3
Total	3	5	-1	1
Orden	2	1	4	3
¿Continuar?	No	Si	No	No

9.2.6 Sensor para el depósito de las presas el cual indica si hay o no presas.

Este sensor se encuentra en el depósito de presas de pollo y es el responsable de indicar si hay o no hay presas. Cuando el depósito este vacío, el sensor mandara una señal al sistema de control, y este mandara la orden de apagar el motor de la banda transportadora de posición vertical y un tiempo después apagara el motor de la banda horizontal. Y solo se iniciara de nuevo el proceso cuando el sensor indique que hay presas en el depósito. Para esta subfunción se utilizará el mismo sensor fotoeléctrico que realiza el conteo de las presas, debido a que este sensor también tiene la función de indicar si hay o no presas en el depósito.

9.2.7 Interfaz del Sistema. El dispositivo donde se realizará la interfaz del sistema debe ser de fácil manejo para el usuario, por lo tanto brindará información acerca del desarrollo de clasificación de la presas, además debe tener una sencilla interacción con el usuario para poder manipular variables y realizar cambios de funcionamiento del sistema, en este caso modificar rangos de clasificación acorde a la necesidad que tenga la empresa. Debido a que el dispositivo de control será un PLC, algunos de ellos vienen con el panel view integrada o a veces viene por aparte. Para la elección de este equipo se debe coordinar con el PLC a utilizar.

10. PRUEBA DE CONCEPTOS

Después de haber seleccionado el concepto a desarrollar, se debe realizar una prueba al concepto para conocer si la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad está interesada en adquirir el producto, además de pronosticar la demanda del mismo y hacer las mejoras pertinentes dependiendo de los resultados que se obtengan.

El concepto seleccionado que cumple con todas las especificaciones de la empresa es el B, el cual se puede observar en la figura No19 anteriormente. Pero se habló con el personal de producción y con los gerentes para evaluar si el concepto B les solucionaba el problema y si se sentían a gusto con el producto. De esta reunión se pudo concluir que la banda vertical inclinada no garantizaba que las presas se separan y podían llegar varias presas a la sección de pesado, lo cual no sería lo indicado porque se estarían pesando más de 2 presas y la medida quedaría mal, por lo tanto su clasificación no sería correcta. Obviamente esta reunión fue de suma importancia porque se tenía un diseño para explicar cómo sería la clasificación. De esta manera si hicieron algunos ajustes al concepto B, los cuales se explicarán más adelante y se presentó un diseño final, el cual se puede ver en la Figura 22, 23 y 24.

Figura 22. Diseño final de la máquina clasificadora (vista en 3D)

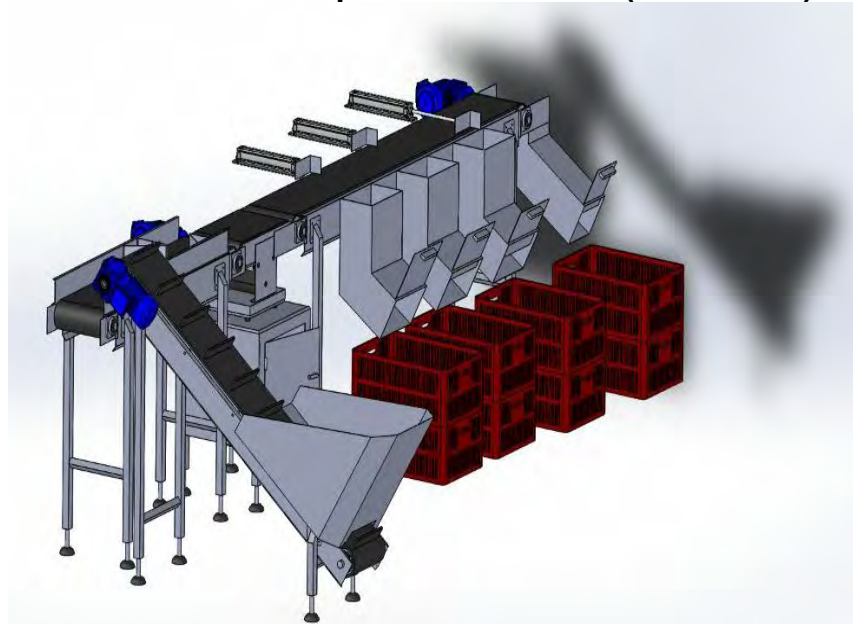


Figura 23. Diseño final de la máquina clasificadora (vista superior)

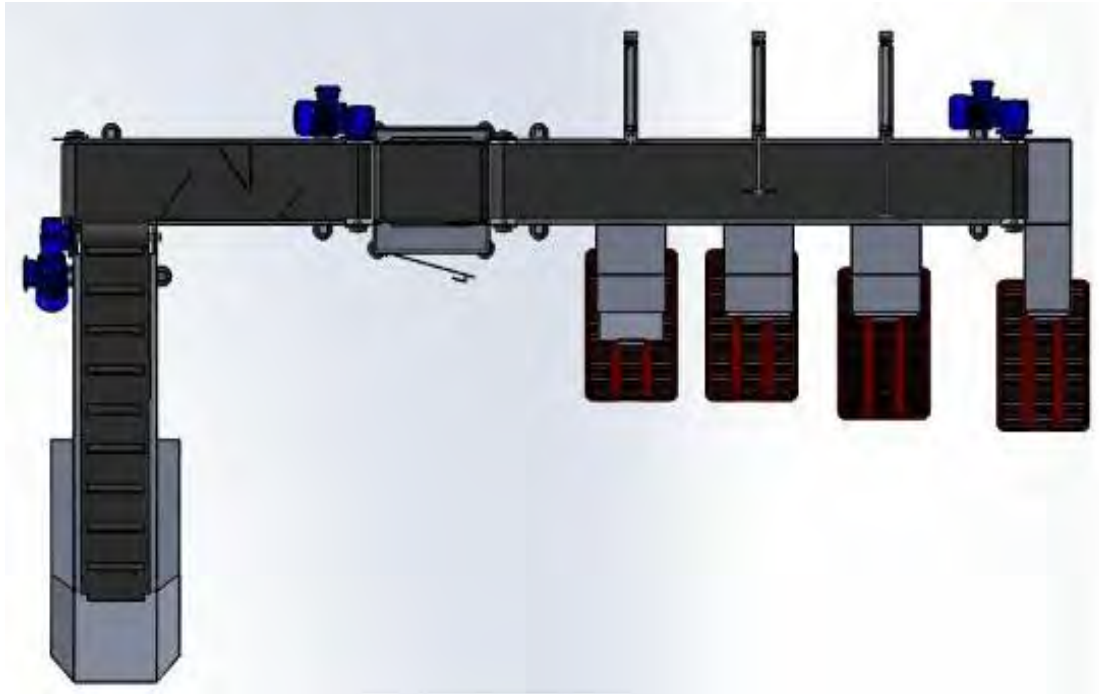
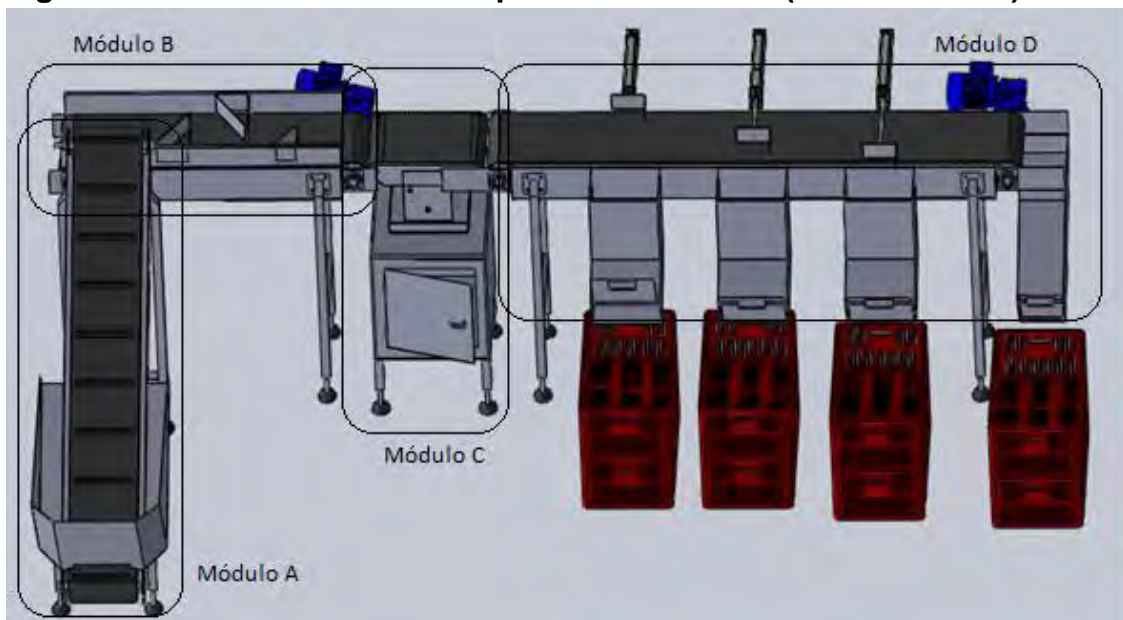


Figura 24. Diseño final de la máquina clasificadora (vista de frente)



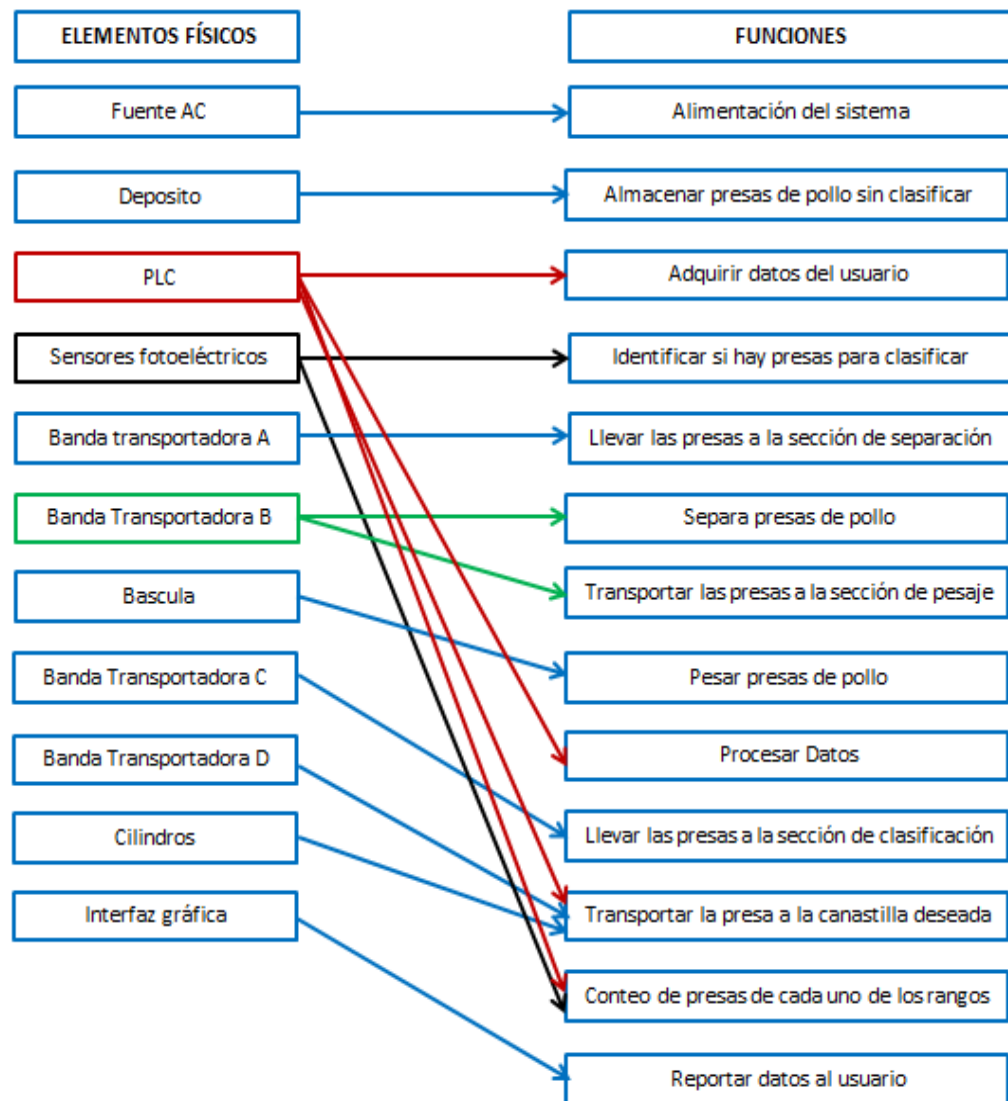
El diseño final de la máquina clasificadora de presas de pollo se divide en diferentes partes los cuales serán llamados módulos (A, B, C y D), para de esta forma explicar cómo funciona cada uno de ellos y conocer más en detalle de cómo está conformado. El módulo A está constituido por la banda transportadora inclinada, en la cual se depositan las presas de pollo en la parte de abajo y con el movimiento de la banda van subiendo de 2 a 3 presas, esto por medio de los accesorios que componen la banda para luego llevarlos al siguiente módulo; algunos ajustes que se realizaron a esta con respecto a la banda del concepto B fueron las dimensiones (altura, largo y ancho), la forma de los accesorios porque estos son derechos y la forma del depósito de presas. El módulo B está conformado por una banda horizontal, la cual tiene la función de separar las presas de pollo por medio de unos obstáculos que tiene en la superficie de la banda, esto con el fin de que sola una llegue a la sección de pesado; básicamente este módulo se agregó porque el concepto B no garantizaba que la banda inclinada llevara y separara las presas al mismo tiempo, y podría haber errores si en el momento de pesar. El módulo C consta de una banda horizontal pequeña, la cual se encuentra encima de la báscula, esta última permite sensar el peso de las presas en el momento que cada una de ellas este encima de la banda, además es la encargada de enviar los datos de peso al PLC para que este decida en que rango de clasificación se encuentra, según los parámetros que el usuario haya establecido; para este módulo los ajustes que se realizaron fue mejorar el soporte de la banda y de la báscula, es decir, cambiar su forma y estructura. Y por último, el módulo D lo conforma una banda transportadora larga, la cual realiza la sección de clasificación de presas de pollo, esto por medio del PLC que indica en que rango de clasificación se encuentra la presa que fue pesada, y de esta manera decidir que cilindro neumático debe accionar para desviar el camino de la presa y enviarla a la canastilla que le corresponde; los cambios que se realizaron para este módulo fueron utilizar cilindros neumáticos porque los cilindros eléctricos son tres veces más caro, y la forma por donde se desvían las presas para llegar a la canastilla que les corresponde.

Anteriormente se explicó el funcionamiento principal de cada módulo de la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso, para tener una explicación más adelante se hace referencia a algunas especificaciones técnicas de cada uno de ellos, como por ejemplo los materiales que están hechos, componentes que los integran, entre otras cosas. Todo esto se podrá ver en el capítulo 12 de Ingeniería Detallada.

11. ARQUITECTURA DE PRODUCTOS

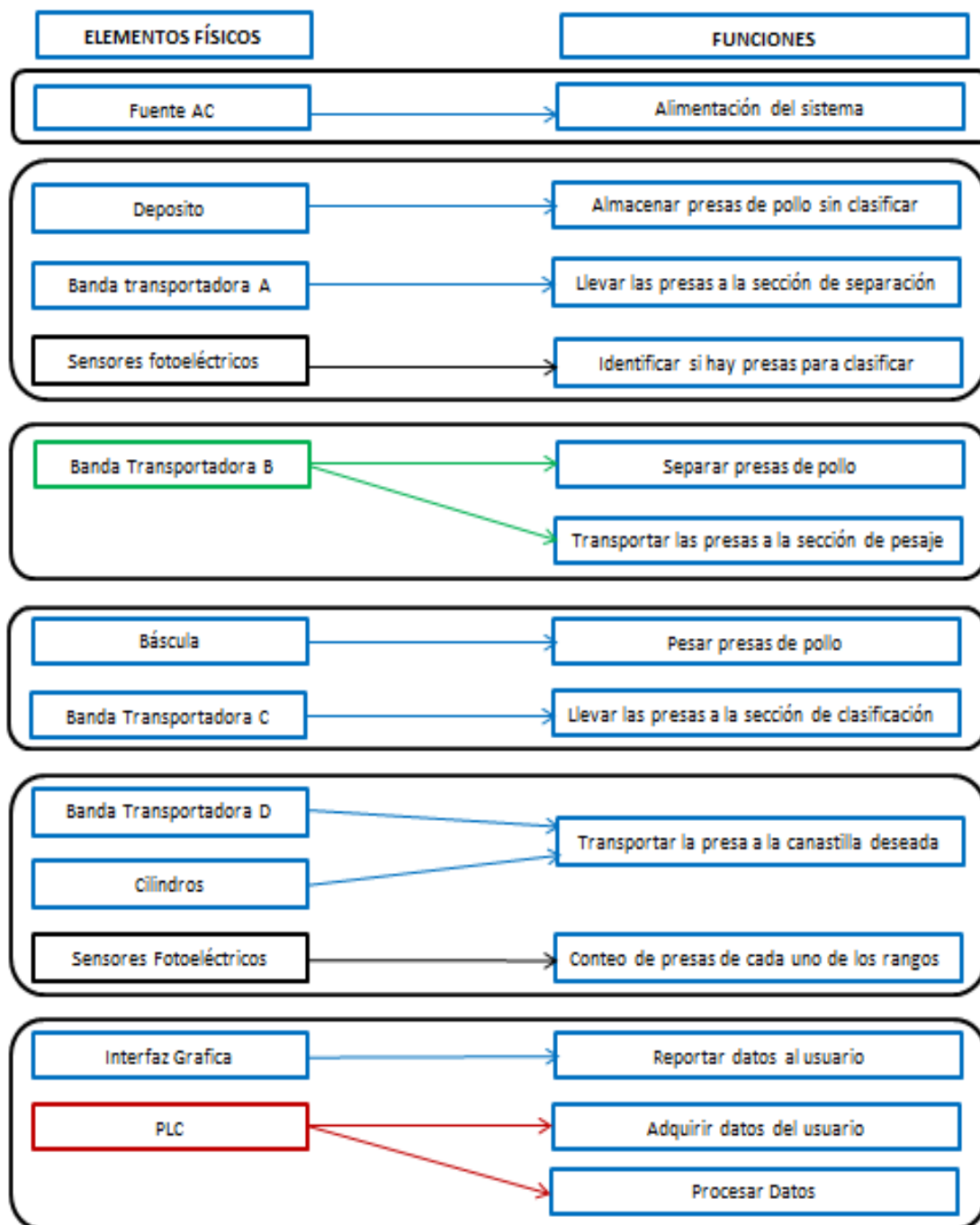
Luego de haber seleccionado el concepto a desarrollar, es indispensable continuar con una nueva etapa de la metodología de la ingeniería concurrente, la cual consiste en diseñar la arquitectura del producto final, y conocido como el diseño a nivel de sistemas. Por lo tanto es necesario aclarar qué tipo de arquitectura se desea utilizar, además de establecer las relaciones de las funciones y elementos físicos a usar, en donde cada elemento físico se le asignara una función o varias funciones que puede realizar, como se puede ver a continuación:

Figura 25. Relación de las Funciones con los Elementos físicos.



Después de relacionar cada elemento físico con su respectiva función o funciones del concepto a desarrollar, se procede a agruparlos en bloques funcionales que están relacionados unos con otros, como se puede ver a continuación:

Figura 26. Bloques Funcionales de cada módulo.



Posteriormente, para la selección de la arquitectura del producto se tiene en cuenta los siguientes criterios: su vida útil, su costo de manufactura, su desempeño al momento de utilizarlo, sus cambios de producto por adaptaciones y actualizaciones, su mantenimiento y cambio de piezas, entre otras. Por estos factores, es necesario utilizar una arquitectura modular, en donde sus módulos están bien definidos y se encargan de cumplir una función cada uno. Además este tipo de arquitectura tiene la ventaja de reemplazar o agregar cualquier componente sin afectar al resto del sistema.

12. INGENIERÍA DETALLADA

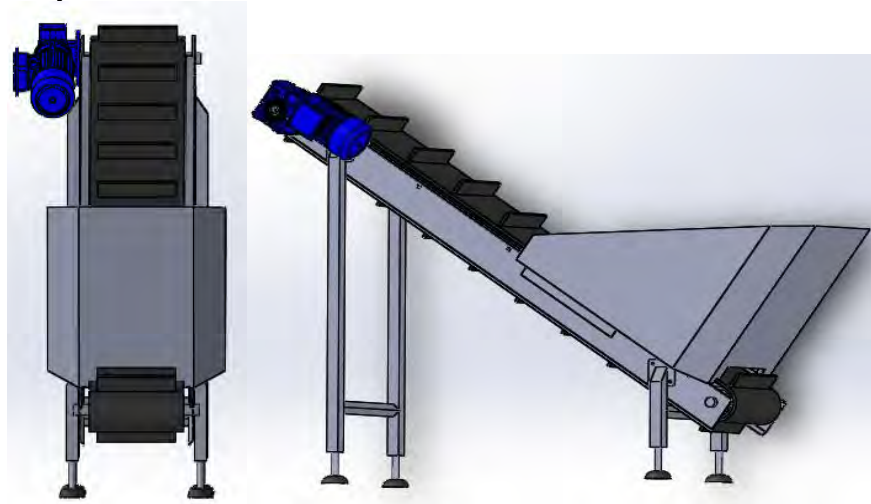
En el proceso de ingeniería concurrente, el diseño detallado es importante para conocer las características principales de cada sub-sistema que compone la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso; se genera la memoria de los cálculos realizados durante todas las etapas de diseño; se incluye los diferentes diagramas o isométricos obtenidos por herramientas computacionales tipo CAD, además de todas las simulaciones y los diferentes métodos de control como también la programación correspondiente.

12.1. ANÁLISIS DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS

En esta etapa del análisis de las bandas transportadoras se explicaran todos los detalles de sus dimensiones, los materiales con las que están hechas, cálculos de las velocidades y fuerzas de sus motores; todo esto para cada una de ellas. Para una mejor explicación la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso se dividirá en módulos (A, B, C y D) para conocer mejor su función y como estarán formados; como se puede ver a continuación:

12.1.1 Módulo A. Está constituido por una la banda transportadora de forma inclinada, en la cual se depositaran las presas de pollo en la parte de abajo, con el movimiento de la banda y sus respetivos accesorios que están de manera perpendicular, se comenzaran a subir de 2 o 3 presas para llegar a la sección de separación, como se puede ver en la Figura 27.

Figura 27. Representación isométrica del módulo A



Este módulo A estará hecha con una banda especial debido a que se le debe incorporar los accesorios que suben las presas de pollo, por eso no se puede utilizar material sintético, sino que necesita utilizar un material plástico (polímero), los cuales se le pueden adicionar diferentes tipos de formas de accesorios. Debido a las bajas temperaturas (5 a 15°C) que se manejan en la empresa es necesario utilizar para la banda un material que resista, el más indicado para estas aplicaciones es el acetal, el cual es de la marca Intralox de la serie 900 flat top.

Algunas especificaciones de las dimensiones de la banda transportadora A son:

- Ancho de banda: 300 mm
- Longitud de equipo: 2550 mm cc
- Longitud total banda: longitud de equipo x2,2
- Longitud total banda: 2550 x 2,2
- Longitud total banda: 5610 mm
- Paso de banda: 27,2 mm
- Piñones serie 900
- Número de dientes: 12
- Diámetro primitivo: 104mm
- Diámetro externo: 109mm
- Espesor piñón: 109mm
- Ancho de agujero: 38.1 mm

El número de piñones que se van a utilizar para un ancho de banda de 300 mm es de 3 piñones por extremo, de los cuales, uno debe quedar fijo en la mitad para ubicar el centro de la banda, mientras que los otros dos quedan móviles a los extremos.

Una vez escogido el tipo de piñón a utilizar en la banda transportadora y en especial su diámetro, se debe proceder a escoger una velocidad de trabajo para la banda dependiendo de cuantas presas de pollo se quiere que lleguen a la sección de separación. Una vez se tiene la velocidad de trabajo (m/s) se utiliza una ecuación para hallar las revoluciones por minuto que debe tener el motorreductor para mover la banda transportadora y garantizar un flujo constante de presas de pollo.

12.1.1.1. Cálculo de la velocidad de trabajo de la banda transportadora A. Basándonos en la necesidad de la empresa de optimizar tiempos de operación y teniendo en cuenta la velocidad de clasificación de los productos competidores, se decide trabajar una velocidad de clasificación de 75 presas por minuto.

$$Velocidad\ de\ clasificación = 75 \frac{presas}{min}$$

Esta banda transportadora, encargada de transportar las presas de pollo desde el depósito a la sección de separación, cuenta con 28 módulos, cada uno con capacidad de transportar hasta 3 presas y separados una distancia de 200 mm (0,2 m). Teniendo en cuenta la velocidad de clasificación, la distancia entre cada módulo, y suponiendo que cada uno transporte de a dos presas. Se puede obtener la velocidad de trabajo de la banda de la siguiente manera.

$$velocidad\ de\ trabajo = 75 \frac{presas}{min} * \frac{modulo}{2\ presas} * \frac{0,2\ m}{modulo}$$

$$velocidad\ de\ trabajo = 7,5 \frac{m}{min}$$

12.1.1.2. Cálculo del motor. Por último, con el diámetro primitivo de los piñones escogidos para la banda transportadora modular y la velocidad de trabajo, podemos hallar las revoluciones por minuto que debe tener el motorreductor encargado de mover la banda para cumplir con las especificaciones deseadas, mediante la siguiente ecuación:

$$RPM = \frac{velocidad\ de\ trabajo}{\pi * D_{primitivo}}$$

$$RPM = \frac{7,5 \frac{m}{min}}{\pi * 0,104\ m}$$

$$RPM = 22.95$$

12.1.1.3. Fuerza del motor. Para terminar los cálculos pertinentes para el motor de la banda transportadora A, es indispensable hallar la fuerza o la potencia motriz del motor. Se debe tener en cuenta que esta banda se encuentra inclinada un ángulo de 35 grados, y necesita transportar varias presas de pollo hacia la sección de separación (alrededor de 20 presas), por lo tanto va a tener el motor que requiere de mayor potencia para poder mover el peso de toda la banda. La fuerza del motor se calcula con la siguiente ecuación encontrada en el manual de bandas transportadoras de Intralox:

$$HP = \frac{ABP * B * RPM}{330}$$

Dónde:

ABP: Fuerza de tracción ajustada de la banda (kg/m)

B: Ancho de la banda (m)

RPM: Velocidad de la banda en Rpm

Para hallar la fuerza de tracción ajustada de la banda se debe tener en cuenta la carga de tensión de la banda, o tracción de la banda (BP) en Kg/m, y multiplicarla por el factor de servicio para bandas transportadoras inclinadas (SF).

$$ABP = BP * SF$$

$$BP = [(M + 2W) * Fw + Mp] * L + (M + H)$$

Dónde:

M: Carga del producto ($\frac{Kg}{m^2}$).

W: Peso de la banda ($\frac{Kg}{m^2}$)

L: longitud de la banda centro a centro (m).

H: Cambio de altura de la banda (m).

Fw: Coeficiente de fricción entre la guía de desgaste y la banda.

Mp: M*(Fp*número de productos acumulados). Carga debida a la acumulación de producto.

A continuación se muestra el cálculo de cada una de las variables mostradas en las ecuaciones de arriba, y remplazándolas para finalmente hallar la potencia del motor.

$$M = \frac{1.5 \text{ Kg} * 10}{m^2}$$

$$M = 15 \frac{kg}{m^2}$$

$$W = \frac{8.687 \text{ kg}}{1.165 m^2}$$

$$W = 7.457 \frac{kg}{m^2}$$

$$L = 1.738 \text{ m (cc)}$$

$$H = 1.2m - 0.357m$$

$$H = 0.843m$$

El coeficiente de fricción entra la guía de desgaste de acero inoxidable y la cinta transportadora de acetal (Fw) y el coeficiente de fricción entre el producto y la banda (Fp), también se obtuvieron del manual de Intralox, y son 0.18 - 0.16 respectivamente. Remplazando Fp, y el número de presas que se pueden acumular dentro de la tolva de la banda A para hallar Mp, se obtiene:

$$Mp = 15 * (0.16 * 80)$$

$$Mp = 192 \frac{kg}{m^2}$$

Remplazando todos los valores en la ecuación de BP para hallar la carga de tensión de la banda.

$$BP = 355.70$$

Este valor se multiplica por el factor de servicio para bandas transportadoras ascendentes, el cual equivale a 0.24, para dar con la tracción ajustada de la banda, ABP.

$$ABP = 355.70 * 0.24$$

$$ABP = 85.368$$

Finalmente, se remplazan los valores de fuerza de tracción ajustada de la banda (ABP), ancho de la banda (D), y la velocidad de trabajo (RPM), para calcular la fuerza necesaria con la que debe contar el motor para poder mover la banda A.

$$HP = \frac{85.368 * 0.3 * 24.485}{330}$$

$$HP = 1.9 \text{ HP}$$

12.1.1.4. Cálculo del peso de la banda transportadora A. Para poder calcular el peso de la banda es necesario relacionar la masa con el peso. El peso es la fuerza gravitacional que un cuerpo ejerce sobre el objeto, esa fuerza es la atracción gravitacional de la tierra. Todo esto se basa en la segunda ley de newton¹⁴ que representa la ecuación No1:

$$F = ma \quad \text{Ecuación No1}$$

En donde en este caso la fuerza (F) será el peso (W) y la aceleración (a) será sustituida por la gravedad (g), por tanto se puede escribir en términos de magnitudes la ecuación No2:

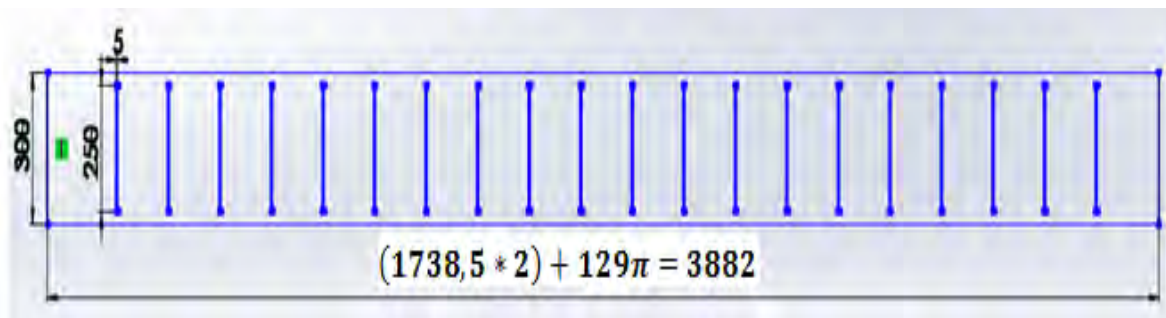
$$W = mg \quad \text{Ecuación No2}$$

¹⁴ Segunda Ley de Newton. Página 107 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://books.google.com.co/books?id=KFEvYPsc5IMC&pg=PA107&dq=peso+fisica+w%3Dmg&hl=es&sa=X&ei=Y_r8U7mqll-sQTcg4DgAg&ved=0CDkQ6AEwBQ#v=onepage&q=peso%20fisica%20w%3Dmg&f=false

Para conocer el peso total de la banda transportadora A es necesario conocer el peso de todos los materiales con la que está hecha, para ese eso se inicia con la banda modular de material acetal¹⁵ el cual pesa $7,3kg/m^2$.

Entonces para calcular el peso de la banda modular se toman las dimensiones del ancho por el largo de la banda, además de las dimensiones de uno de los módulos; para esta manera calcular su respectiva área (A_{Ba}) y de esta forma conocer el peso de toda la banda modular con los 20 módulos en total.

Figura 28. Dimensiones de la banda modular



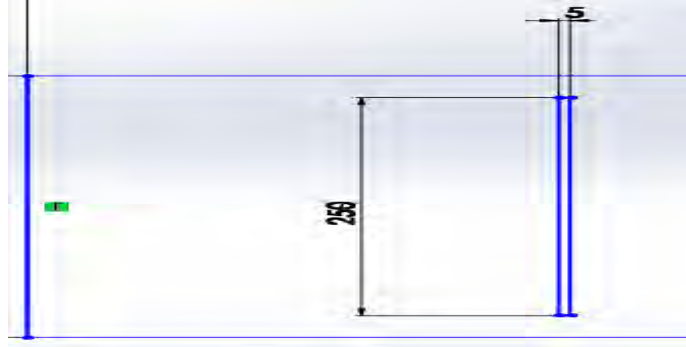
$$A_{Ba} = 3,882 * 0,300$$

$$A_{Ba} = 1,165m^2$$

Las dimensiones del módulo o accesorio se pueden ver en la Figura 28, y así se podrá calcular su respectiva área (A_m) son:

¹⁵ Peso del material acetal de la banda modular. Página 314 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: www.intralox.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=4973

Figura 29. Dimensiones del módulo de la banda modular



$$A_m = 0,25 * 0,005$$

$$A_m = 0,00125m^2$$

Como en total son 20 módulos, entonces sería

$$A_m = 0,00125 * 20$$

$$A_m = 0,025m^2$$

Por lo tanto el área total (A_T) sería:

$$A_T = A_{Ba} + A_m$$

$$A_T = 1,190m^2$$

Es decir, que la masa de la banda (m_{Ba}) de acetal sería de:

$$m_{Ba} = A_T * 7,3 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_{Ba} = 8,687kg$$

Así que la banda de acetal pesaría (W_{Ba}):

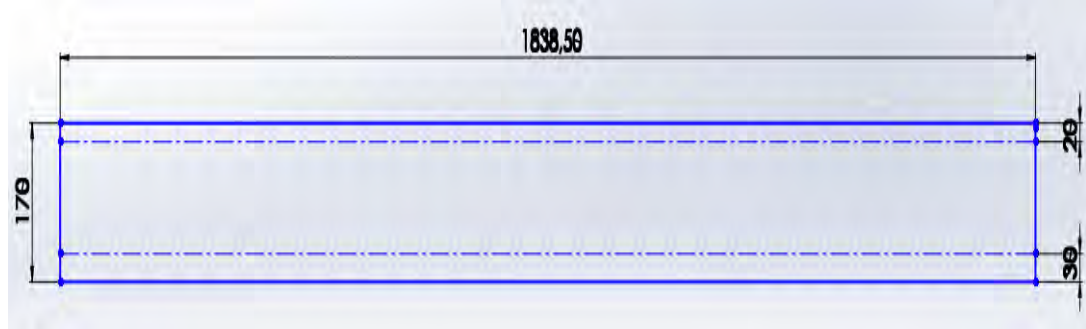
$$W_{Ba} = m_{Ba} * g$$

$$W_{Ba} = 85,13N$$

Luego de conocer el peso de la banda, es necesario conocer el peso de lámina que va a cada lado de la banda, se tomó en cuenta el peso de la lámina de acero¹⁶ inoxidable AISI 304 de calibre 12 , el cual es de $19,25 \frac{kg}{m^2}$. Así que de esta manera se debe calcular el área (A_{la}) que se va a utilizar de la siguiente forma:

¹⁶ Peso de la lámina de 304 calibre 12 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.codiacero.com/catalogos/productos_industriacomercio_laminas.pdf

Figura 30. Dimensiones de la lámina de lado de la banda A



$$A_{la} = 1,8385 * 0,1700$$

$$A_{la} = 0,312m^2$$

Por lo tanto la masa de la lámina (m_{la}) sería:

$$m_{la} = A_{la} * 19,25 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_{la} = 6,016kg$$

De esta manera el peso de la lámina (W_{la}) sería:

$$W_{la} = m_{la} * g$$

$$W_{la} = 58,956N$$

Y como son dos láminas de acero inoxidable una a cada lado, entonces sería un peso ($W_{la\ Total} =$) de:

$$W_{la\ Total} = 58,956 * 2$$

$$W_{la\ Total} = \mathbf{117,91N}$$

La banda transportadora A también consta de 2 ejes a cada extremo, los cuales tiene una masa de 5kg, por lo tanto su peso ($W_{eje\ A}$) sería calculado de la siguiente forma:

$$W_{eje\ A} = m_{eje} * g * 2$$

$$W_{eje\ A} = \mathbf{98,00N}$$

Además la banda transportadora A consta de un motor reductor, el cual tiene una masa de 12kg por lo tanto el peso ($W_{motor\ A}$) de esta sería de:

$$W_{motor\ A} = m_{motor\ A} * g$$

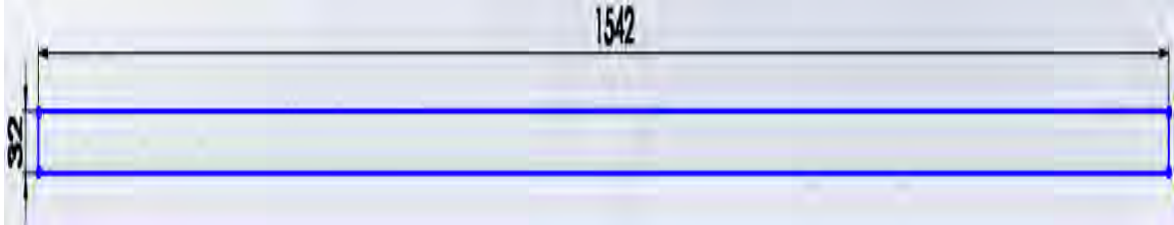
$$W_{motor\ A} = \mathbf{117,60N}$$

Para soportar la banda modular, se realizó un soporte con platinas de acero inoxidable¹⁷ de calibre 12, el cual tiene como peso $20,48 \frac{kg}{m^2}$. Así de esta

¹⁷ Peso de la platina de acero inoxidable calibre 12 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.acermet.cl/catalogo.pdf>

manera calcular el peso a partir del área (A_p) utilizada como se puede ver a continuación:

Figura 31. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda A



$$A_p = 1,542 * 0,032$$

$$A_p = 0,049m^2$$

De esta forma la masa de la platina (m_p) sería de:

$$m_p = A_p * 20,48 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_p = 1,003kg$$

De esta manera el peso de la platina sería:

$$W_p = m_p * g$$

$$W_p = 9,829N \cong 9,83N$$

Y por último la banda transportadora consta de un depósito, el cual puede albergar 60 kilos de presas de pollo como lo hacen dos canastillas actualmente. El volumen de las dos canastillas es de $0,192m^3$, por lo cual se diseñó el depósito con estas medidas para poder almacenar la misma cantidad de las canastillas. Las dimensiones del área del depósito ($m_{Depósito}$) es de $0,48m^2$ y se realizó con la lámina de acero inoxidable AISI 304 de calibre 12, la cual tiene un peso de $19,25 \frac{kg}{m^2}$. Por su peso se calcula de la siguiente forma:

$$m_{Depósito} = A_{Depósito} * 19,25 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_{Depósito} = 9,24 \text{ kg}$$

De esta manera el peso de la lámina de depósito ($W_{Depósito}$) sería:

$$W_{Depósito} = m_{Depósito} * g$$

$$W_{Depósito} = 90,55N$$

Pero cómo el depósito tendrá una capacidad de 60 kilos entonces su peso total ($W_{TotalDepósito}$) sería de:

$$W_{TotalDepósito} = W_{Depósito} + (60kg * g)$$

$$W_{TotalDepósito} = 678,55N$$

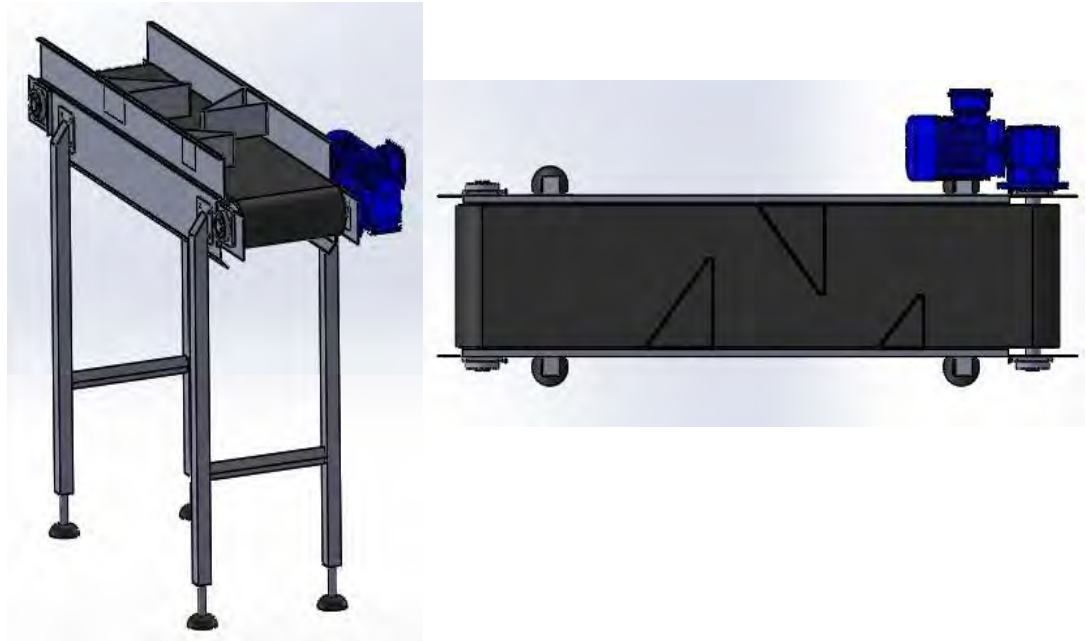
Conociendo el peso de todos los elementos con los que está conformada la banda transportadora A, se puede calcular el peso total de la banda ($W_{BTA Total}$) de la siguiente forma:

$$W_{BTA Total} = W_{Ba} + W_{la Total} + W_{eje A} + W_{motor A} + W_p + W_{TotalDepósito}$$

$$W_{BTA Total} = 1107,02N$$

12.1.2 Módulo B. Está conformado de una banda transportadora horizontal, la cual tiene la función de separar la presas de pollo para que solo una llegue a la sección de pesado, esto por medio de las barreras que tiene en la superficie de la banda, los cuales irán obstaculizando el paso de las presas y por el movimiento de la banda se mantendrán golpeando de manera leve, para que al final solo pase una presa. Esto se puede ver en la Figura 32.

Figura 32. Representación isométrica del módulo B



Para la banda es necesario utilizar el material sintético de poliuretano, debido que es el más indicado para bajas temperaturas y además está aprobado por la FDA (Food and Drug Administration)

Algunas especificaciones de las dimensiones de la banda transportadora B

- Ancho de banda: 300 mm
- Longitud de equipo: 1100 mm cc
- Diámetro cilindro nominal: 76.2 mm
- Diámetro cilindro real: 88,9mm
- Longitud de banda: longitud de equipo x 2 + circunferencia polea +2
- Longitud de banda: $1100 \times 2 + 2 \pi (44.45 \text{ mm}) + 2$
- Longitud de banda: 2481 mm

12.1.2.1. **Cálculo de motor.** Esta banda transportadora cumple la función de separar las presas de pollo que arroja la banda transportadora de la sección del elevador, la separación de las presas se realiza mediante trampas ubicadas a los largo de la banda y además debe trabajar a una velocidad superior a la anterior para garantizar que solo llegue una presa a la sección de pesaje. La velocidad de trabajo establecida para esta banda es de 16 metros por minuto; una vez se tiene el diámetro real del cilindro y la velocidad de trabajo se puede proceder a hallar las RPM que debe tener el motor para poder mover la banda de manera apropiada.

$$RPM = \frac{\text{velocidad de trabajo}}{\frac{\pi * \text{real}}{16 \frac{m}{min}}}$$

$$RPM = \frac{16 \frac{m}{min}}{\pi * 0,0889 m}$$

$$RPM = 57.287$$

Para escoger apropiadamente el motor que se va a utilizar para mover cada una de las bandas transportadoras necesitan dos factores indispensables, los cuales son las revoluciones por minuto (RPM) a las que debe girar el motor y la potencia que este debe tener. Una vez tenemos las RPM se puede proceder a calcular la potencia (HP) mediante las dos ecuaciones que se muestran a continuación.

$$HP = \frac{F * S * (P + M)}{330}$$

$$S = D * RPM * 0.2618 * 1.021$$

Dónde:

- F- Coeficiente de fricción
- S- Velocidad (pies por minuto)
- P- Peso del producto (libras)
- M- Peso de la banda (largo completo)
- D- Diámetro polea motriz (pulgadas)

Según el manual de ingeniería de la bandas transportadoras nos dice que el coeficiente de fricción entre la cinta y la cama de acero inoxidable es de 0.30, el

diámetro de la polea motriz es de 3 pulgadas y las RPM del motor de la banda transportadora B son 57.287. Remplazando en la ecuación para despejar S obtenemos:

$$S = 3 \text{ in} * 57.287 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * 0.2618 * 1.021$$

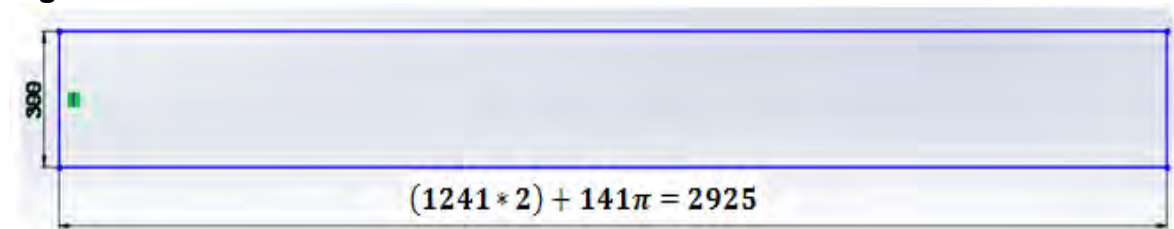
$$S = 45.934 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

Para encontrar los valores de M y P se debe, en primer lugar, tomar el peso de la banda transportadora, 1.408kg, y pasarlo a libras; mientras que para hallar el valor de P se debe tomar el número máximo de presas que pueden estar en esta banda y multiplicarlo por el peso de una presa.

12.1.2.2. Cálculo del peso de la banda transportadora B. Para saber el peso de la banda transportadora B es necesario conocer el peso de todos los materiales con la que está hecha, para ese eso se inicia con la banda sintética de poliuretano¹⁸, el cual tiene un peso de $1,6 \text{ kg}/\text{m}^2$. Así de esta forma se toman las

dimensiones del largo por el ancho de la banda para conocer el área (A_{Bb}) que se va utilizar, para así calcular el peso por medio de la ecuación No2 que va tener dicha banda.

Figura 33. Dimensiones de la banda sintética B



$$A_{Bb} = 2,925 * 0,300$$

$$A_{Bb} = 0,880 \text{ m}^2$$

Es decir, que la masa de la banda B (m_{Bb}) seria de:

$$m_{Bb} = A_{Bb} * 1,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$m_{Bb} = 1,408 \text{ kg}$$

¹⁸ Peso del material sintético de poliuretano [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.chiorino.com/SPA/download/CATALOGO-ES.pdf>

Así que la banda pesaría:

$$W_{Bb} = m_{Bb} * g$$

$$W_{Bb} = 13,798N \cong 13,80N$$

Luego de conocer el peso de la banda sintética, es necesario calcular el peso de la lámina que está debajo de la banda, es decir, la que soporta la banda. Es de acero inoxidable y de calibre 12, el cual tiene un peso de $19,5kg/m^2$. Para calcular

el peso de la lámina es necesario tener claro sus medidas de largo y ancho, para de esta forma calcular el área (A_{Lbs}) que se va a utilizar y así hallar su respectivo peso.

Figura 34. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda B



$$A_{Lbs} = 1,131 * 0,600$$

$$A_{Lbs} = 0,678m^2$$

Es decir, que la masa de la lámina de acero inoxidable del soporte de la banda B (m_{Lbs}) sería de:

$$m_{Lbs} = A_{Lbs} * 19,25 \text{ kg}/m^2$$

$$m_{Lbs} = 13,052kg$$

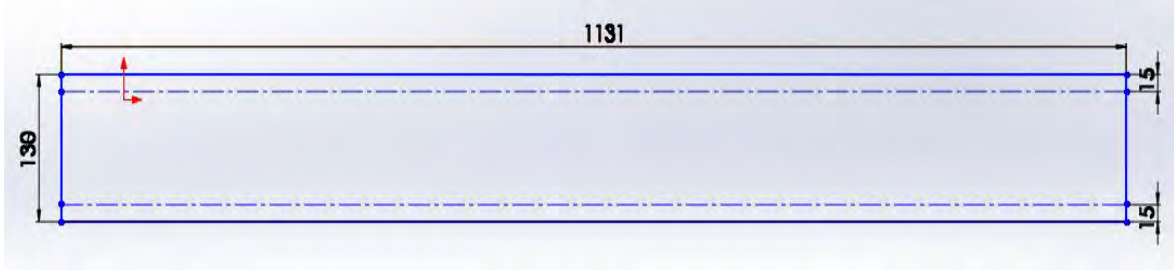
Así que la lámina del soporte de la banda B (W_{Lbs}) pesaría:

$$W_{Lbs} = m_{Lbs} * g$$

$$W_{Lbs} = 127,909N \cong 127,91N$$

Para el cálculo del peso de lámina que va al lado de la banda B, se utilizó el mismo calibre. Por lo tanto solo es necesario tener presente sus dimensiones de largo y ancho, para calcular el área (A_{Lb}) que se va a utilizar y así conocer su respectivo peso.

Figura 35. Dimensiones de la lámina del lado de la banda B



$$A_{Lb} = 1,131 * 0,1300$$

$$A_{Lb} = 0,147m^2$$

Por lo tanto la masa de la lámina (m_{Lb}) sería:

$$m_{Lb} = A_{Lb} * 19,25 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_{Lb} = 2,829kg$$

De esta manera el peso de la lámina (W_{Lb}) sería:

$$W_{Lb} = m_{Lb} * g$$

$$W_{Lb} = 27,724N$$

Y como son dos láminas de acero inoxidable una a cada lado, entonces tendría un peso ($W_{Lb Total}$) de:

$$W_{Lb Total} = 27,724 * 2$$

$$W_{Lb Total} = 55,448N \cong 55,45N$$

La banda transportadora B también consta de dos ejes a cada extremo, y cada uno de ellos tiene una masa de 5kg, por lo tanto su peso ($W_{eje B}$) sería calculado de la siguiente forma:

$$W_{eje B} = m_{eje} * g * 2$$

$$W_{eje B} = 98,00N$$

Además la banda transportadora B consta de un motor reductor, el cual tiene una masa de 12kg por lo tanto el peso (W_{motorB}) de esta sería de:

$$W_{motorB} = m_{motorB} * g$$

$$W_{motorB} = 117,60N$$

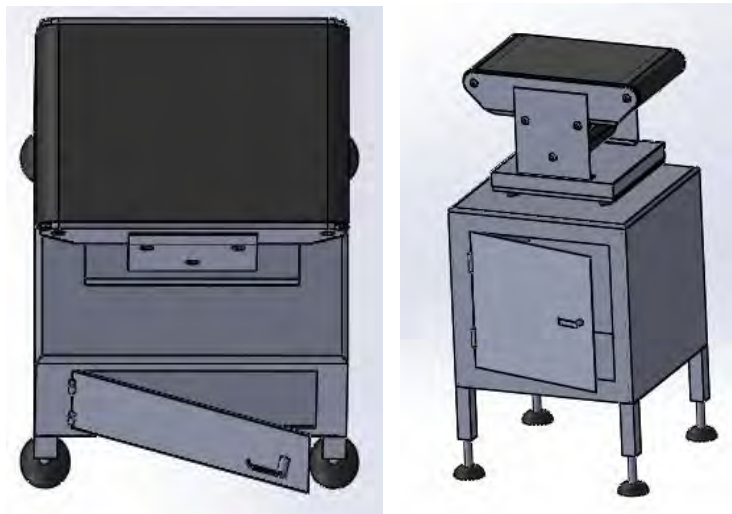
Después de conocer todos los pesos de los elementos que está conformada la banda transportadora B, se puede calcular el peso total de la banda ($W_{BTB Total}$) de la siguiente forma:

$$W_{BTB\ Total} = W_{Bb} + W_{Lbs} + W_{Lb\ Total} + W_{eje\ B} + W_{motor\ B}$$

$$W_{BTB\ Total} = 412,04N$$

12.1.3 Módulo C. Consta de una banda transportadora horizontal pequeña, la cual se encuentra encima de la báscula DS-980SC. Esta última permite sensar el peso de las presas en el momento de que una de ellas este encima de la banda, además es la encargada de enviarle el valor de peso al PLC para que este decida en que rango de clasificación se encuentra, según los parámetros que el usuario haya indicado. También por el movimiento de la banda las presas irán avanzando hasta llegar a la sección de clasificación. En el módulo C se encuentra el panel view para que el usuario pueda interactuar con la máquina e ingresar los parámetros de clasificación. Además en el cajón se adecuara todas las conexiones correspondientes del PLC. En la figura No36 se puede observar el módulo C.

Figura 36. Representación isométrica del módulo C



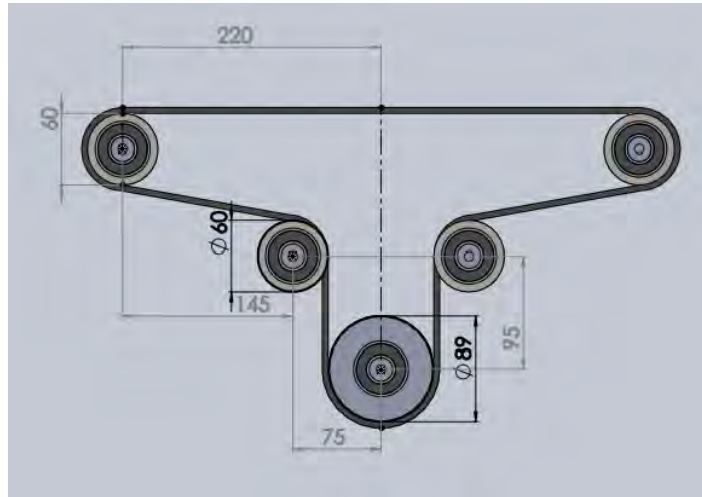
El material utilizado para la banda C es igual al de la banda B, es el poliuretano, ya que funciona adecuadamente a bajas temperaturas y se encuentra aprobado por la FDA.

Algunas especificaciones de las dimensiones de la banda transportadora C

- Ancho de banda: 300 mm
- Longitud de equipo: 440 mm cc
- Diámetro cilindro real: 89 mm
- Longitud de banda: Los cálculos para encontrar apropiadamente la longitud de la banda C son un poco más complejos que el de las otras bandas, debido a que esta cuenta con un motorotor y cuatro cilindros de 60mm de

diámetro. En la imagen se pueden ver las medidas necesarias para hallar la longitud de media banda y finalmente esta medida se multiplica por 2.

Figura 37. Dimensiones de la banda sintética C



$$\text{Longitud de la banda} = 2 \left(220 + 30 * \pi + 145 + \frac{30 * \pi}{2} + 95 + \frac{89 * \pi}{2} \right)$$

$$\text{Longitud de la banda} = 1482,35 \text{ mm}$$

12.1.3.1. Cálculo de motor. Esta banda transportadora realiza la importante función de pesar la presa mientras esta se mantiene en movimiento. Esto se hace posible gracias a que está equipada con un motorotor y se encuentra ubicada sobre una balanza; el motorotor es un motor especial que se caracteriza por generar muy poca vibración, con el fin de que la balanza pueda tomar el valor adecuado del peso de la presa y enviar esta información al PLC para que este determine a que rango pertenece.

$$RPM = \frac{\text{velocidad de trabajo}}{\frac{\pi * D_{real}}{32 \frac{m}{min}}}$$

$$RPM = \frac{32 \frac{m}{min}}{\pi * 0,089 m}$$

$$RPM = 114,448$$

El cálculo para la potencia que debe tener el motorotor utilizado en la banda C es muy diferente al cálculo de las otras bandas en donde se cuenta con un motoreductor. Para este cálculo primero se halla la fuerza total (F), la cual está compuesta por dos fuerzas: la fuerza cuando la banda se encuentra quieta (F0), y la fuerza cuando esta se encuentra transportando material (F1). Una vez se halla

la fuerza total, se multiplica por la velocidad y se divide por el radio para hallar la potencia (P) que debe tener el motoreductor.

$$F = F_0 + F_1$$

$$F_0 = 1.1 * P_n * l * C_2$$

$$F_1 = 1.1 * P_{m1} * l * C_2$$

Dónde:

P_n : Peso de la cinta transportadora (lb/pies)

l : Longitud de la banda cc (pies).

P_{m1} : Peso de carga por cada pie (lb)

C_2 : Coeficiente de fricción entre la banda y la cama superior.

$$P_n = \frac{\text{Peso (lb)}}{\text{Longitud banda (pies)}} = \frac{0.712 \text{ kg}}{1.482 \text{ m}} = \frac{1.579 \text{ lb}}{4.812 \text{ pies}} = 0.326 \text{ lb}$$

$$l = 440 \text{ mm} = 1.444 \text{ pies}$$

$$P_{m1} = \text{peso maximo de 1 presa de pollo} = 1.5 \text{ kg} = 3.308 \text{ lb}$$

Remplazando los valores de P_n , l , en la ecuación de F_0 y teniendo en cuenta que el coeficiente de fricción (C_2) entre la banda de poliuretano y la cama de acero inoxidable es de 0.65 obtenemos:

$$F_0 = 1.1 * 0.326 * 1.444 * 0.65$$

$$F_0 = 0.337 \text{ lbf}$$

Remplazando P_{m1} , l , y C_2 para hallar F_1 :

$$F_1 = 1.1 * 3.308 * 1.444 * 0.65$$

$$F_1 = 3.415 \text{ lbf}$$

Ahora se suman ambas fuerzas para obtener la fuerza total que se ejerce sobre el motorotor.

$$F = 0.337 \text{ lbf} + 3.415 \text{ lbf}$$

$$F = 3.752 \text{ lbf}$$

Esta fuerza se encuentra en lbf, ahora se debe pasar a N para proceder a encontrar la potencia requerida por el motorotor.

$$F = 3.752 \text{ lbf} = 0.844 \text{ N}$$

$$P = T * w$$

$$T = \frac{F}{r}$$

$$P = \frac{F}{r} * w$$

Finalmente, para hallar la potencia que debe tener el motor de la banda C para trasladar la presa a una velocidad de 114.448 RPM, se debe pasar esta velocidad a rad/s para obtener la w que se muestra en la ecuación.

$$w = 114.448 * 0.105 \frac{rad}{s}$$

$$w = 12.017 \frac{rad}{s}$$

Remplazando F , w , y r , equivalente al radio desde el eje del motorotor hasta el cilindro que hace contacto con la cinta, se obtiene la fuerza en HP del motorotor.

$$P = \frac{0.844}{44.5} * 12.07$$

$$P = 0.229 \text{ HP}$$

12.1.3.2. Calculo del peso de la banda transportadora C. Para saber el peso de la banda transportadora C es necesario conocer el peso de todos los materiales con la que está hecha, para ese eso se inicia con la banda sintética de poliuretano, el cual tiene un peso de $1,6 \text{ kg/m}^2$. Así de esta forma se toman las

dimensiones del largo por el ancho de la banda para conocer el área (A_{Bc}) que se va utilizar, para así calcular el peso por medio de la ecuación Noxx (ecuación de newton) que va tener dicha banda. Basado en la longitud de la banda C que es de 1482,35mm como se calculó anteriormente y su ancho de 300mm, se puede calcular su área de la siguiente manera:

$$A_{Bd} = 1,482 * 0,300$$

$$A_{Bb} = 0,445 \text{ m}^2$$

Es decir, que la masa de la banda C (m_{Bc}) seria de:

$$m_{Bc} = A_{Bc} * 1,6 \frac{kg}{m^2}$$

$$m_{Bc} = 0,711 \text{ kg}$$

Así que la banda pesaría (W_{Bc}):

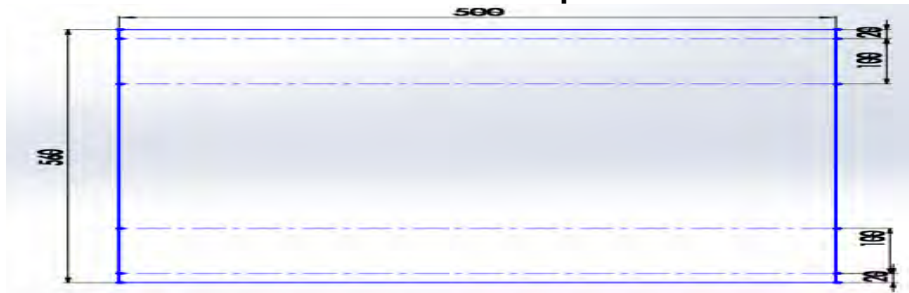
$$W_{Bc} = m_{Bc} * g$$

$$W_{Bc} = 6,97 \text{ N}$$

Después de calcular el peso de la banda, se halla el peso de lámina que soporta la banda la cual es de acero inoxidable y calibre 12, el cual tiene un peso de

$19,5kg/m^2$. Para calcular el peso de la lámina es necesario tener claro sus medidas de largo y ancho, para de esta forma calcular el área que se va a utilizar y así hallar su respectivo peso.

Figura No38. Dimensiones de la lámina de soporte de la banda C



$$A_{LCS} = 0,5 * 0,56$$

$$A_{LCS} = 0,28m^2$$

Es decir, que la masa de la lámina de acero inoxidable del soporte de la banda C (m_{LCS}) sería de:

$$m_{LCS} = A_{LCS} * 19,25 \text{ kg}/m^2$$

$$m_{LCS} = 5,39kg$$

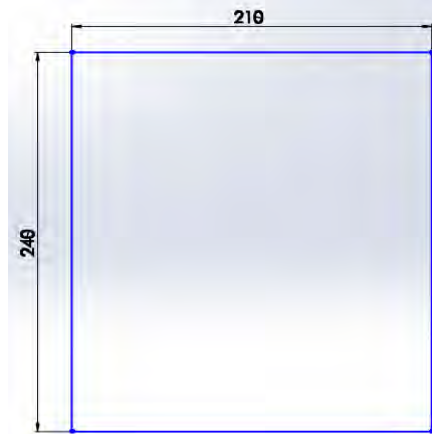
Así que la lámina del soporte de la banda C (W_{LCS}) pesaría:

$$W_{LCS} = m_{LCS} * g$$

$$W_{LCS} = 52,82N$$

Para el cálculo del peso de lámina que va al lado de la banda C, se utilizó el mismo calibre. Por lo tanto solo es necesario tener presente sus dimensiones de largo y ancho, para calcular el área que se va a utilizar y así conocer su respectivo peso.

Figura 39. Dimensiones de la lámina del lado de la banda C



$$A_{Lc} = 0,21 * 0,24$$

$$A_{Lc} = 0,050m^2$$

Por lo tanto la masa de la lámina (m_{Lc}) sería:

$$m_{Lc} = A_{Lc} * 19,25 \text{ kg}/m^2$$

$$m_{Lc} = 0,970kg$$

De esta manera el peso de la lámina (W_{Lc}) sería:

$$W_{Lc} = m_{Lc} * g$$

$$W_{Lc} = 9,507N$$

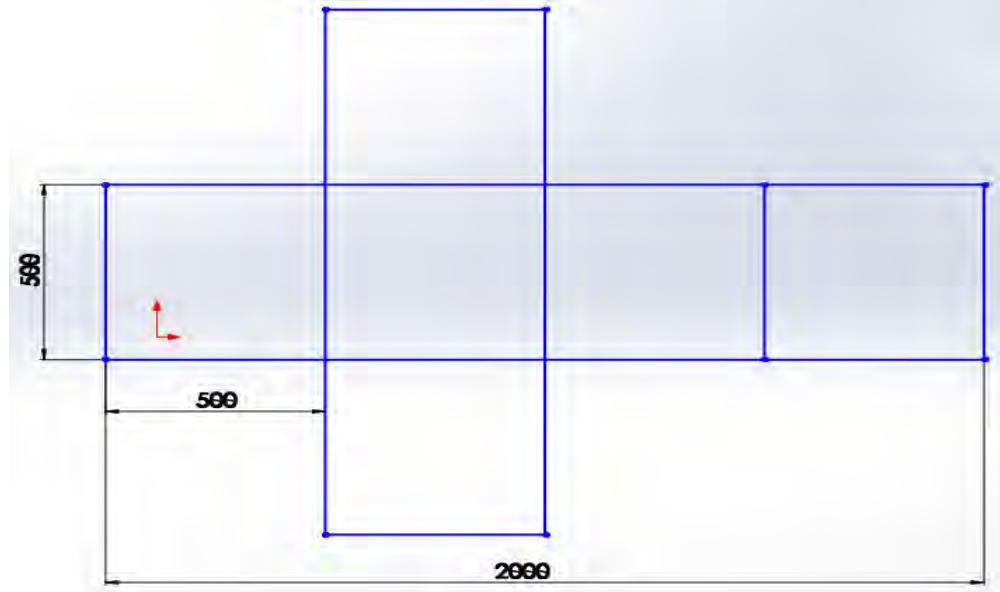
Y como son dos láminas de acero inoxidable una a cada lado ($W_{TotalLc}$), entonces sería un peso de:

$$W_{TotalLc} = 9,507 * 2$$

$$W_{TotalLc} = \mathbf{19,01N}$$

Por último se calcula el peso de la lámina del cajón donde se ubicara las conexiones del PLC, esta estará hecha de acero inoxidable de calibre 12 como en todos los módulos, el área de lámina que se utilizara se puede ver en la Figura 40.

Figura 40. Dimensiones de la lámina del cajón de la banda C



Como se puede apreciar en la figura No40, la lámina del cajón se puede calcular como el área de un cuadrado y multiplicarlo por 6 que lo conforman, de esta manera:

$$A_{cajón} = 0,5 * 0,5$$

$$A_{cajón} = 0,25m^2$$

Es decir que el área total de todo el cajón seria:

$$A_{Totalcajón} = 0,25m^2 * 6$$

$$A_{Totalcajón} = 1,50m^2 * 6$$

Por lo tanto la masa de la lámina del cajón seria:

$$m_{cajón} = A_{Totalcajón} * 19,25 \text{ kg}/m^2$$

$$m_{cajón} = 28,875kg$$

De esta manera el peso de la lámina del cajón seria:

$$W_{cajón} = m_{cajón} * g$$

$$W_{cajón} = 282,975N \cong 282,98N$$

Además la banda transportadora C consta de 4 ejes a cada extremo, y cada uno de ellos tiene una masa de 1,5kg, por lo tanto su peso ($W_{eje C}$) seria calculado de la siguiente forma:

$$W_{eje C} = m_{eje} * g * 4$$

$$W_{eje C} = 58,80N$$

La banda transportadora C también consta de un motorrotor, el cual tiene una masa de 6kg por lo tanto el peso (W_{motorB}) de esta sería de:

$$W_{motorC} = m_{motorC} * g$$

$$W_{motorC} = 58,80N$$

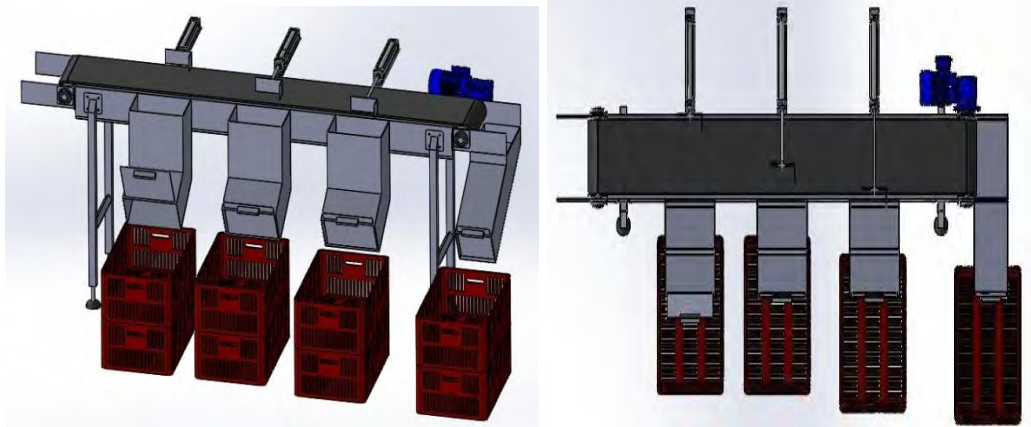
Después de conocer todos los pesos de los elementos que está conformada la banda transportadora C, se puede calcular el peso total de la banda ($W_{BTC Total}$) de la siguiente forma:

$$W_{BTC Total} = W_{BC} + W_{Lcs} + W_{TotalLc} + W_{cajón} + W_{eje C} + W_{motorC}$$

$$W_{BTC Total} = 479,38N$$

12.1.4 Módulo D. El módulo D está conformado de una banda transportadora larga, en la cual se realiza la sección de clasificación. Esto se hace por medio del PLC el cual indica en que rango de clasificación se encuentra el valor de peso de la presa, así de esta manera él decidirá que cilindro neumático debe accionarse para desviar el camino de la presa y enviarla a la canastilla que le corresponde. Y si da el caso que el peso de la presa se encuentra fuera de rango, el movimiento de la llevara al final de la banda en donde caerá a la canastilla respectiva.

Figura 41. Representación del módulo D



Al igual que la banda B y C el material que se va a utilizar para la banda es sintético de poliuretano. Algunas especificaciones de las dimensiones de la banda transportadora A son:

- Ancho de banda: 300 mm
- Longitud de equipo: 2100 mm cc
- Diámetro cilindro nominal: 76.2 mm
- Diámetro cilindro real: 88,9mm
- Longitud de banda: longitud de equipo x 2 + circunferencia polea +2

- Longitud de banda: $2100 \times 2 + 2 \pi (44.45 \text{ mm}) + 2$
- Longitud de banda: 4481 mm

12.1.4.1. Cálculo de motor. La última banda transportadora del proceso de automatización cumple la función de transportar las presas de pollo a medida que estas van siendo clasificadas, mediante 3 cilindros eléctricos, a sus respectivas canastillas dependiendo de su peso y el rango digitado por el usuario. La velocidad de trabajo de esta banda debe ser igual a la de la banda anterior (banda de pesaje) equivalente a 32 metros por minuto; una vez establecida la velocidad de trabajo se procede a hallar las RPM del motor teniendo en cuenta el diámetro primitivo del cilindro.

$$RPM = \frac{\text{velocidad de trabajo}}{\pi * D_{real}}$$

$$RPM = \frac{32 \frac{m}{min}}{\pi * 0,0889 m}$$

$$RPM = 114.577$$

Para hallar la potencia que debe tener el motor de la banda D, la banda más larga de todas, y por lo tanto el motor con mayor potencia, se utilizan las mismas fórmulas que el motor de la banda B pero se cambian varios parámetros.

$$HP = \frac{F * S * (P + M)}{330}$$

$$S = D * RPM * 0.2618 * 1.021$$

Dónde:

- F- Coeficiente de fricción
- S- Velocidad (pies por minuto)
- P- Peso del producto (libras)
- M- Peso de la banda (largo completo)
- D- Diámetro polea motriz (pulgadas)

El coeficiente de fricción entre la cinta y la cama de acero inoxidable es de 0.30, el diámetro de la polea motriz es de 3 pulgadas y las RPM del motor de la banda transportadora D son 114.577 Reemplazando en la ecuación para despejar S obtenemos:

$$S = 3 \text{ in} * 114.577 \frac{rev}{min} * 0.2618 * 1.021$$

$$S = 91.879 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

Para encontrar los valores de M y P se debe, en primer lugar, tomar el peso de la banda transportadora, 2.302kg, y pasarlo a libras; mientras que para hallar el valor de P se debe tomar el número máximo de presas que pueden estar en esta banda y multiplicarlo por el peso de una presa.

$$M = 5.074$$

$$P = \#presas * peso presa$$

$$P = 4 * 1.5kg$$

$$P = 13.228$$

Remplazando estos valores en la primera ecuación para hallar la potencia mínima que debe tener el motor:

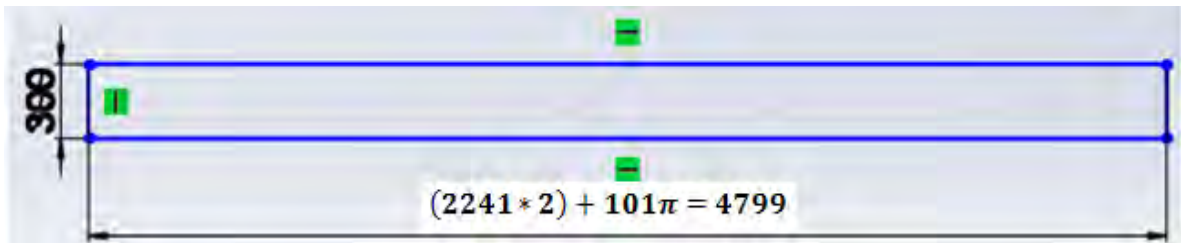
$$HP = \frac{0.3 * 91.879 * (13.228 + 5.074)}{330}$$

$$HP = 1.529 hp$$

12.1.4.2. **Cálculo del peso de la banda transportadora D.** Para saber el peso de la banda transportadora D es necesario conocer el peso de todos los materiales con la que está hecha. La banda al igual que las de los módulos B y C está hecha por material sintético de poliuretano, el cual tiene un peso de $1,6kg/m^2$. Así de esta forma se toman las dimensiones del largo por el ancho de

la banda para conocer el área (A_{Bd}) que se va utilizar, para así calcular el peso por medio de la ecuación No2 que va tener dicha banda.

Figura 42. Dimensiones de la banda sintética D



$$(2241 * 2) + 101\pi = 4799$$

$$A_{Bd} = 4,799 * 0,300$$

$$A_{Bd} = 1,439m^2$$

Es decir, que la masa de la banda B (m_{Bd}) sería de:

$$m_{Bd} = A_{Bd} * 1,6 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{Bd} = 2,302 \text{ kg}$$

Así que la banda pesaría (W_{Bd}):

$$W_{Bd} = m_{Bd} * g$$

$$W_{Bd} = 22,559 \text{ N} \cong 22,56 \text{ N}$$

Después de haber calculado el peso de la banda sintética, es indispensable calcular el peso de la lámina de soporte de la banda. La cual es de acero inoxidable de calibre 12, el cual tiene un peso de $19,5 \text{ kg/m}^2$. Para calcular el peso de la lámina es necesario tener claro sus medidas de largo y ancho, para de esta forma calcular el área (A_{Lds}) que se va a utilizar y así hallar su respectivo peso.

Figura 43. Dimensiones de lámina de soporte de la banda D



$$A_{Lds} = 2,241 * 0,700$$

$$A_{Lds} = 1,568 \text{ m}^2$$

Es decir, que la masa de la lámina de acero inoxidable del soporte de la banda D (m_{Lds}) sería de:

$$m_{Lds} = A_{Lds} * 19,25 \text{ kg/m}^2$$

$$m_{Lds} = 30,197 \text{ kg}$$

Así que la lámina del soporte de la banda D (W_{Lds}) pesaría:

$$W_{Lds} = m_{Lds} * g$$

$$W_{Lds} = 295,93 \text{ N}$$

Los cilindros neumáticos de acero inoxidable tienen una masa de 3,5 kilogramos cada uno, es decir que estos pesarían:

$$W_{cilindros} = m_{cilindro} * g * 3$$

$$W_{cilindros} = 102,90 \cong 103N$$

La banda transportadora D también consta de dos ejes a cada extremo, y cada uno de ellos tiene una masa de 5kg, por lo tanto su peso ($W_{eje D}$) sería calculado de la siguiente forma:

$$W_{eje D} = m_{eje} * g * 2$$

$$W_{eje D} = 98,00N$$

Además la banda transportadora D consta de un motor reductor, el cual tiene una masa de 12kg por lo tanto el peso (W_{motorD}) de esta sería de:

$$W_{motor D} = m_{motorB} * g$$

$$W_{motor D} = 117,60N$$

Después de conocer todos los pesos de los elementos que está conformada la banda transportadora D, se puede calcular el peso total de la banda ($W_{BTD Total}$) de la siguiente forma:

$$W_{BTD Total} = W_{Bd} + W_{Lds} + W_{cilindros} + W_{eje D} + W_{motorD}$$

$$W_{BTD Total} = 637,09N$$

12.2. ANÁLISIS MECÁNICO DE LAS ESTRUCTURAS DE CADA MÓDULO

Para analizar la estructura de cada módulo de la máquina clasificadora se utilizara el programa SolidWorks, el cual realiza un estudio mecánico de falla bajo cargas estáticas para conocer si la estructura resiste con el peso que le corresponde, es decir, calcula el esfuerzo de Von Mises, el cual se usa para la teoría de fallo como indicador de un buen diseño; y además este programa halla el factor de seguridad de cada estructura. Con este estudio también se busca comprobar que el espesor de los soportes de cada estructura, los cuales están hechos de un tubo cuadrado de 1 ½" de diametro, sean los indicados para esta aplicación.

Para el desarrollo de este estudio se escogieron la estructura de los módulos A y D, porque son los que más peso soportan, según lo calculado anteriormente. El programa de simulación es de gran ayuda, el cual calcula todo y solo es comprobar por medio de una ecuación si está correcto. Pero para poder analizar bien la simulación, hay que tener claro la teórica de Von Mises, la cual dice que la falla es la perdida de la función de un elemento tanto por deformación como separación de sus partes, esto depende de la estructura microscópica del material

y de la forma de sus enlaces atómicos. En pocas palabras la teoría de Von Mises sirve para predecir la falla y poder hacer diseños de elementos de máquinas confiables.

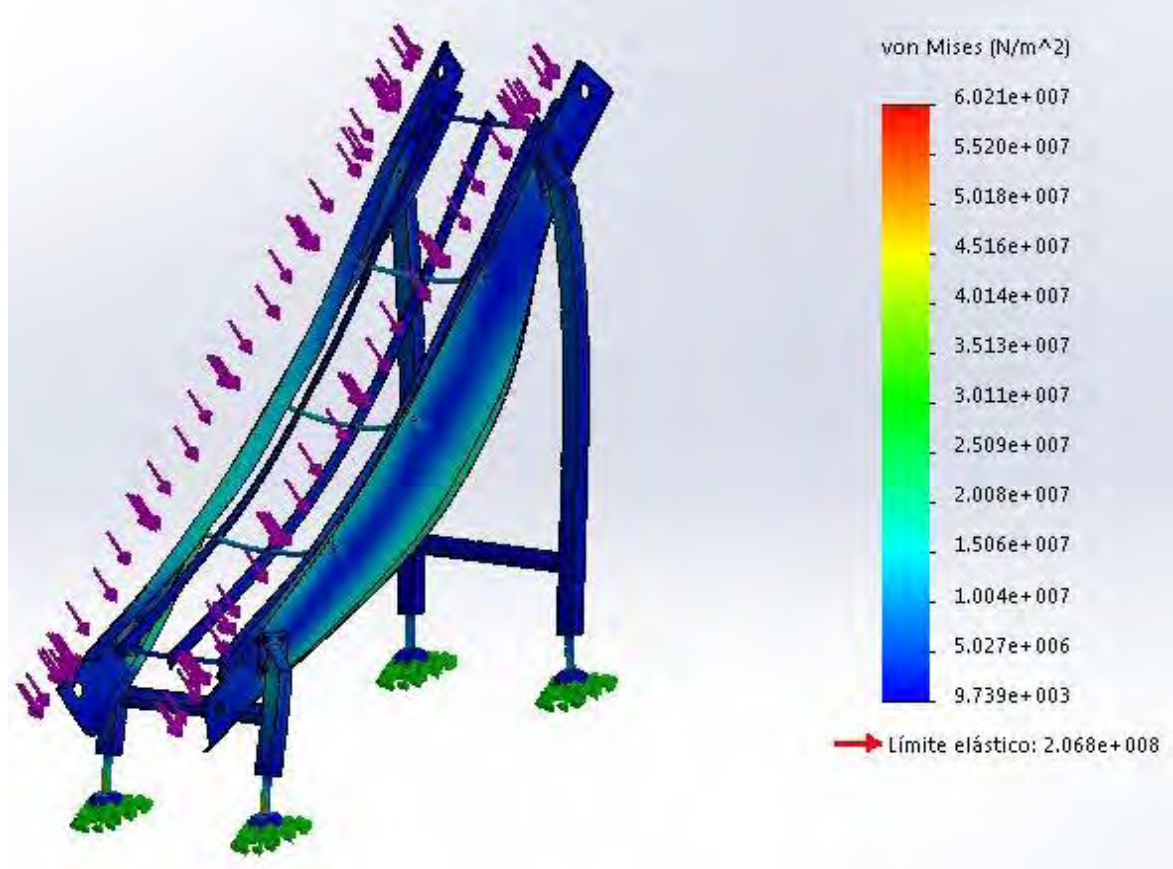
El esfuerzo de Von Mises (σ_c) es también conocido como el esfuerzo máximo que puede sufrir la estructura, y para este caso la simulación lo podrá calcular de manera instantánea, solo quedaría comprobar el factor de seguridad (FS) con la siguiente ecuación:

$$FS = \frac{\text{Resistencia del material}}{\sigma_c} \quad \text{Ecuación No3}$$

Cuando $FS < 1$ se dice que la estructura fallara.

Por lo tanto para realizar el estudio de esfuerzo de Von Mises de la estructura del módulo A, se le aplicó una carga distribuida de 1107,02N, la cual se aproximó a 1110N. Esta carga aplicada era un poco complicada porque la estructura no tenía una lámina de soporte, sino que todo el peso cae en lámina de los lados y las platinas, debido a que la banda es modular y se va ensamblando parte por parte ya que no viene de forma completa como las bandas sintéticas. De esta manera se obtuvo el siguiente resultado como se puede observar en la Figura 44.

Figura 44. Estudio del esfuerzo de Von Mises de la estructura del módulo A

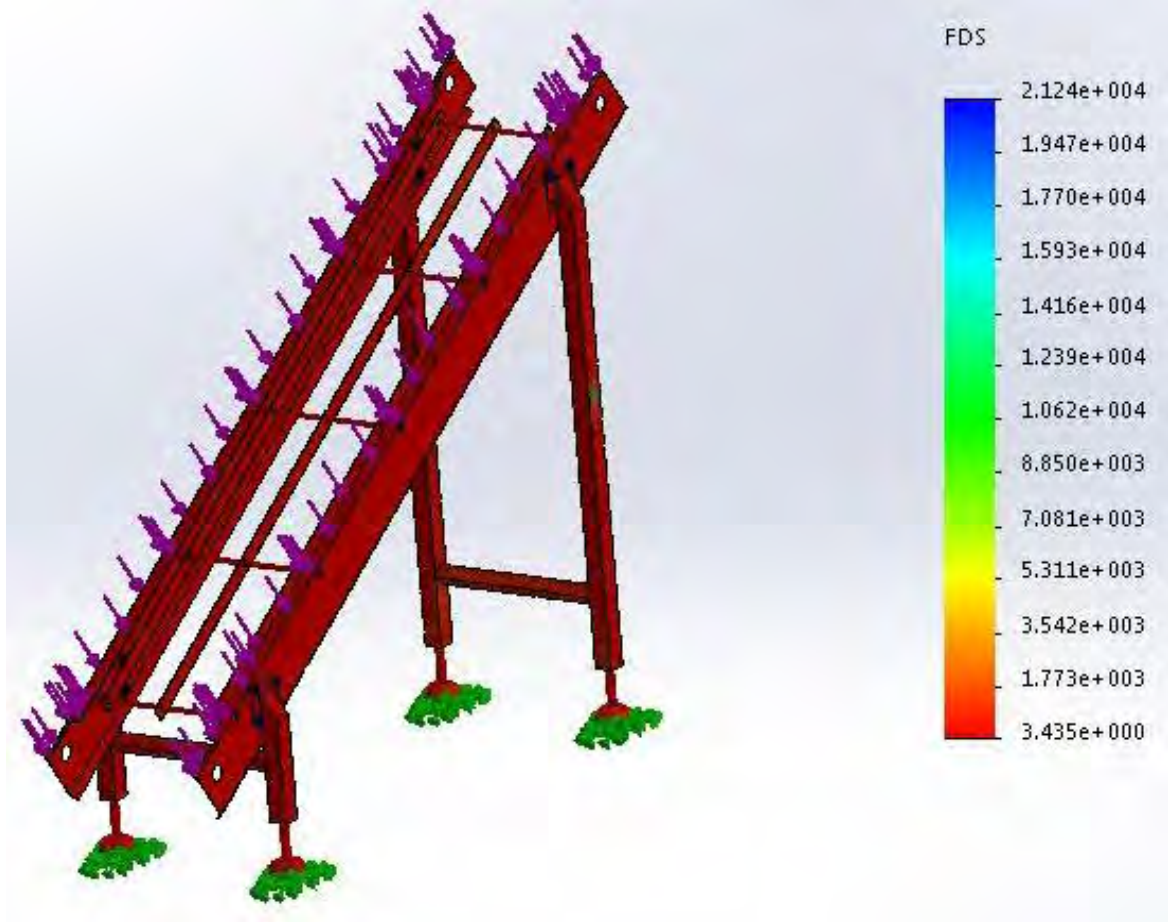


En la Figura 44 se puede apreciar la resistencia del material, la cual está indicada con una flecha roja en la parte inferior derecha y tiene un valor de 206,8MPa, además se puede ver una barra de colores, en donde el menor esfuerzo es de color azul oscuro con un valor de 9,74KPa, y el mayor esfuerzo es de color rojo con un valor de 60,21MPa. En base a estos valores se puede calcular el factor de seguridad de la estructura con ayuda de la ecuación No3.

$$FS_{\text{módulo A}} = \frac{206,8\text{MPa}}{60,21\text{MPa}} = 3,43$$

Teniendo como referencia el factor de seguridad hallado anteriormente para el módulo A, se realiza en la simulación el estudio del factor de seguridad, para de esta forma comprobar que este bien calculado, como se puede observar en la Figura 45.

Figura 45. Factor de seguridad de la estructura del módulo A.

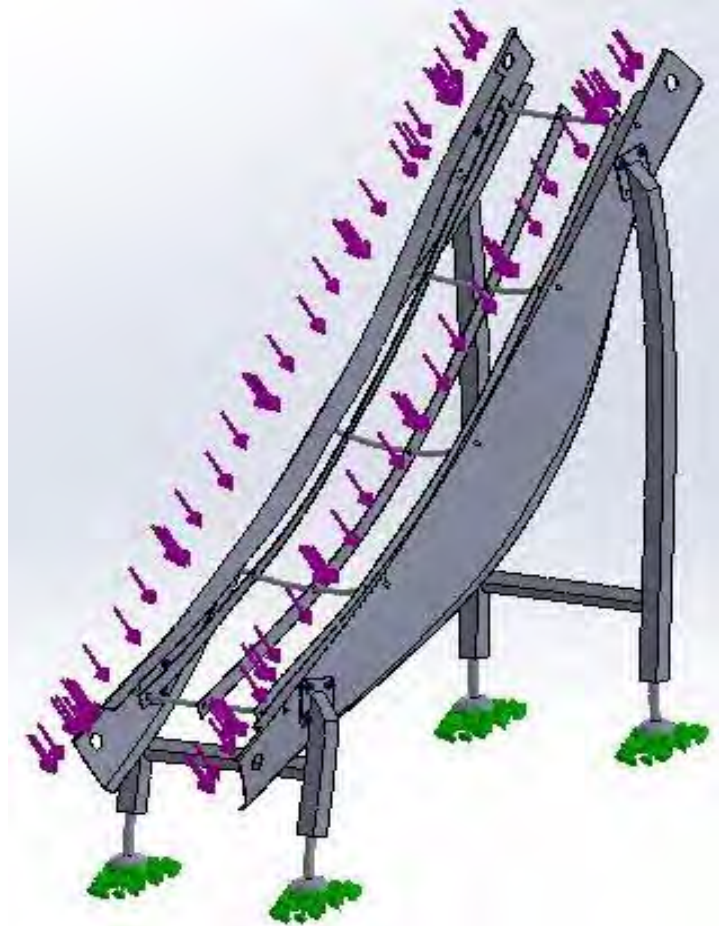


En la Figura 45 se puede observar el factor de seguridad mínimo que se encuentra de color rojo en la barra de colores, el cual es de un valor de 3,435. Este será de color rojo cuando esta toda la carga distribuida aplicada, de lo contrario si se encuentra carga de menor valor en la estructura se obtendrá factores de seguridad más altos como se puede observar en la misma barra. El factor de seguridad que se obtuvo nos garantiza que la estructura no tendrá ningún fallo por alguna carga estática, es decir, que los materiales de acero inoxidable (láminas, platinas, varillas, tubos cuadrados, etc.) que se utilizaron fueron bien escogidos.

La idea de este estudio mecánico es diseñar algo bien rígido para que soporte con el ritmo de trabajo de clasificación en la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, para de esta forma evitar algún tipo de fallo. En este caso lo más grave que puede pasar es que la estructura se deforme como se puede observar en la figura No48, esto pasaría si se supera el factor de seguridad anteriormente mencionado, y la mejor manera para corregir el diseño de la estructura sería cambiar los materiales

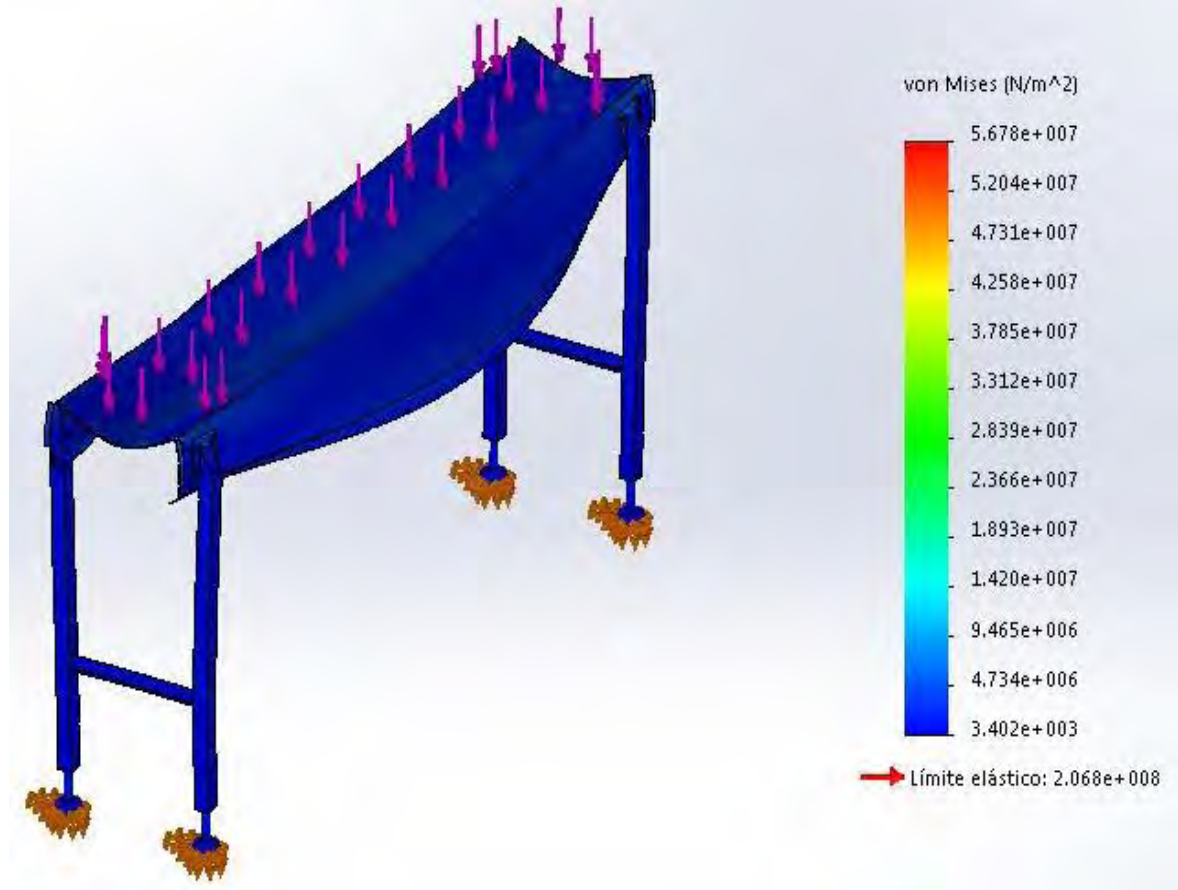
a utilizar, es decir, escoger materiales de mayor calibre los cuales tienen mejores propiedades químicas, físicas y mecánicas.

Figura 46. Ejemplo de deformación si se supera el factor de seguridad calculado



Para el caso de la estructura del módulo D se aplicó una carga distribuida de 637,09N, la cual se aproximó a 640N y se aplicó en la lámina de soporte de la banda D como se puede observar en la Figura 47.

Figura 47. Estudio del esfuerzo de Von Mises de la estructura del módulo D

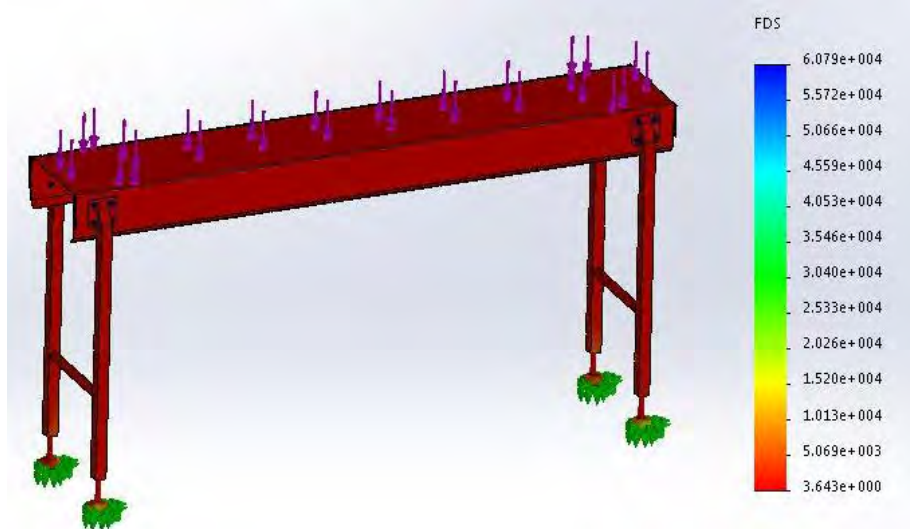


En la Figura 47 se puede apreciar la resistencia del material, la cual tiene la misma resistencia de $206,8MPa$ porque se utilizó el mismo material de acero inoxidable para el módulo D. Además se puede observar en la barra de colores el esfuerzo de Von Mises, en donde el menor esfuerzo es de color azul oscuro con un valor de $3,40KPa$, y el mayor esfuerzo es de color rojo con un valor de $56,78MPa$. En base a estos valores se puede calcular el factor de seguridad de la estructura con ayuda de la ecuación No3.

$$FS_{móduloA} = \frac{206,8MPa}{56,78MPa} = 3,64$$

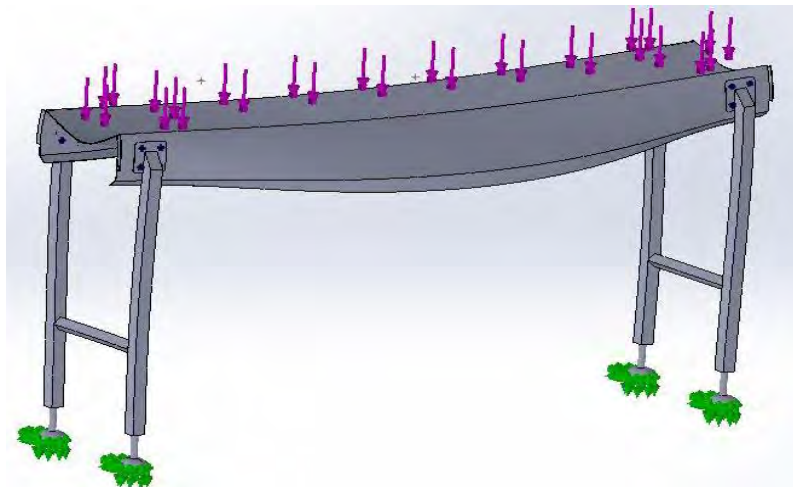
Teniendo como referencia este valor del factor de seguridad, se realiza en la simulación el estudio del factor de seguridad también para el módulo D, para de esta forma comprobar que este bien calculado, como se puede observar en la Figura 48.

Figura 48. Factor de seguridad de la estructura del módulo D



En la Figura 48 se puede observar el factor de seguridad mínimo que se encuentra de color rojo en la barra de colores, el cual es de un valor de 3,643. Este también será de color rojo cuando este toda la carga distribuida aplicada, de lo contrario si se encuentra carga de menor valor en la estructura se obtendrá factores de seguridad más altos como se puede observar en la misma barra. El factor de seguridad que se obtuvo nos garantiza que la estructura no tendrá ningún fallo por carga estática. Es decir, que lo más extremo que puede pasar es que la estructura se deforme como se puede ver en la Figura 49, pero esto sucederá si se supera el factor de seguridad anteriormente mencionado.

Figura 49. Ejemplo de deformación si se supera el factor de seguridad calculado

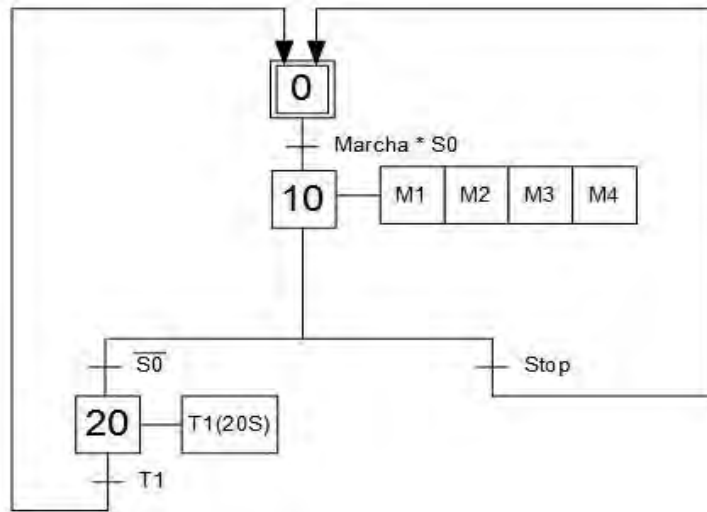


12.3. ESTRATEGIA DE CONTROL

12.3.1 Descripción de Funcionamiento del Grafcet. La máquina clasificadora inicia cuando se presione el botón de MARCHA, el sensor del depósito de presas (S0) indique que hay presas por clasificar y que el usuario haya ingresado los parámetros (P) (los tres rangos de clasificación y número de presas para cada rango). Únicamente con estas 3 entradas se activaran los motores de las cuatro bandas transportadoras A, B, C y D (MA, MB, MC, MD). De esta manera las presas se desplazarán por la banda transportadora A hasta la sección de separación que se encuentra en la banda transportadora B, para luego pasar a la sección de pesado, a cargo de una báscula, que se encuentra bajo la banda transportadora C, esta sección es la encargada de pesar cada una de las presas, aun en movimiento y mandar la información al PLC.

Una vez se obtiene el peso de la presa, este debe ser comparado con cada uno de los 3 rangos para de esta forma, activar el cilindro correspondiente (A1, A2, o A3) hasta llegar al sensor de final de carrera (S2) correspondiente a cada cilindro, apenas este detecte que el vástago ha salido en su totalidad, se activa el retroceso de este hasta llegar al final de carrera (S1) correspondiente a cada cilindro. Los cuales están encargados de hacer el conteo de las presas para cada rango aumentando el contador (C1, C2, o C3) de presas para este rango. El proceso desde el pesado hasta la clasificación debe llevarse a cabo repetidamente hasta que el sensor del depósito (S0) no detecte más presas por clasificar, durante este proceso, si uno de los contadores es igual al parámetro de número de presas para este rango o llega al número máximo de presas por canastilla se activa la alarma (AL1, AL2, o AL3) correspondiente para que el operario cambie la canastilla por una vacía.

Figura 50. Grafcet de control de motores



En el grafcet de la Figura 50 se puede observar que para permitir que se prendan los cuatro motores de las bandas, debe estar activado tanto el botón de MARCHA y el sensor del depósito de presas, indicando que hay presas por clasificar. Una vez encendidos los motores, existen dos maneras de que se apaguen: que el sensor del depósito de las presas detecte que no hay presas por clasificar, el cual activa un timer de 20 segundos para garantizar que la última presa llegue al rango correspondiente; la otra forma de apagar los motores es pulsando el botón de STOP, o parada de emergencia, apagando todos los motores de manera inmediata.

Antes de describir los Grafcet de control para los tres diferentes rango (alto, medio, y bajo), cabe aclarar que debido a que se están clasificando diferentes partes del pollo (pechuga, alas, muslo, perniles y contramuslos) se debe seleccionar en la interfaz el tipo de presa a clasificar. Una vez seleccionado, el programa ya tiene establecido cuanto es el número de presas máximo que puede contener cada canastilla, siendo menor en el caso de pechugas y mucho mayor cuando se están clasificando muslos.

Para realizar la clasificación de los tres diferentes rangos se utilizar el mismo esquema de grafcet, solo se modifican algunos parámetros. Este esquema del proceso de clasificación de presas de pollo, en tres diferentes rangos, mediante el accionamiento de un cilindro neumático funciona de la siguiente manera: Cuando la presa en movimiento cae sobre la banda transportadora C, la báscula detecta un peso y manda esta información al PLC, el cual compara esta información con los rangos de clasificación establecidos inicialmente por el usuario, para activar el cilindro correspondiente y desviar la presa hacia la canastilla. En el caso que la

presa pertenezca al rango alto el timer debe ser de 2.004 s, para el rango medio de 3.054 s, y para el rango bajo de 4.104 s; una vez cumplido este tiempo se activa el cilindro hasta que llegar al final de carrera S2 el cual hace que este se devuelva inmediatamente hasta llegar al final de carrea S1 correspondiente a cada cilindro. Una vez manda la señal el final de carrera, el programa debe incrementar el contador de número de presas totales (CA), y el número de presas en la actual canastilla (CP); este proceso se continua llevando acabo hasta que se llene el número de presas por canastilla, activando una alarma (AL) por 5 segundos y continuando con la clasificación total, o hasta que llegue al número total de presas por clasificar para este rango. Este proceso se lleva acabo de igual manera para los tres diferentes rangos como se puede ver en la Figura 51, 52 y 53.

Figura 51. Grafcet del control del rango superior

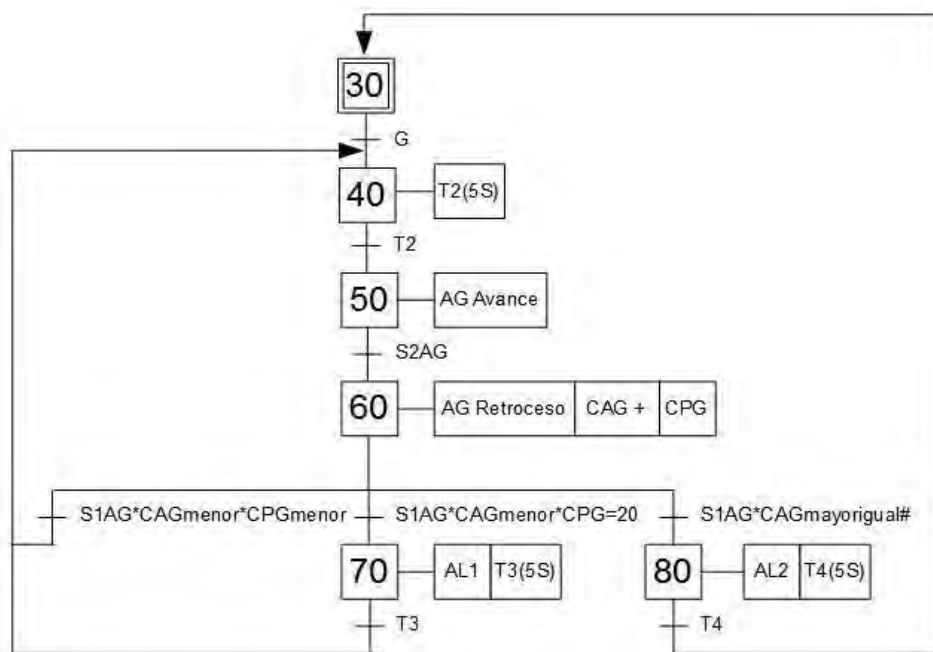


Figura 52. Grafcet del control del rango medio

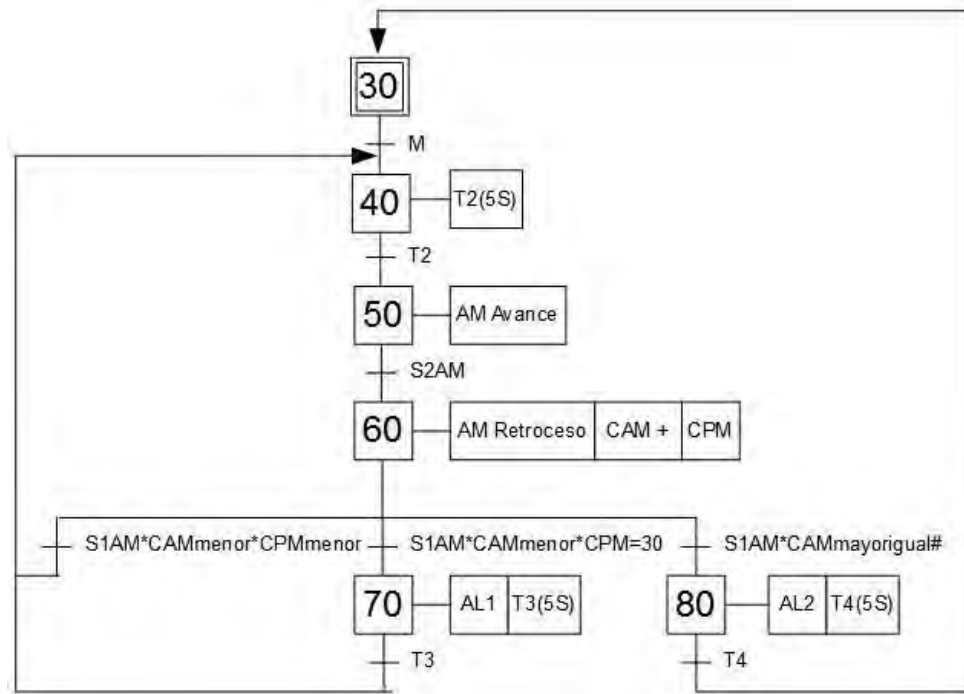
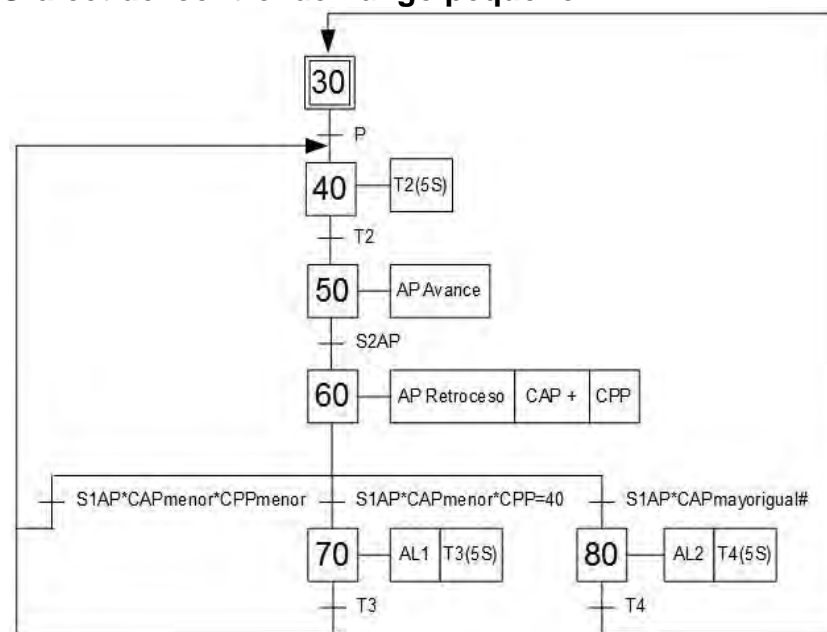
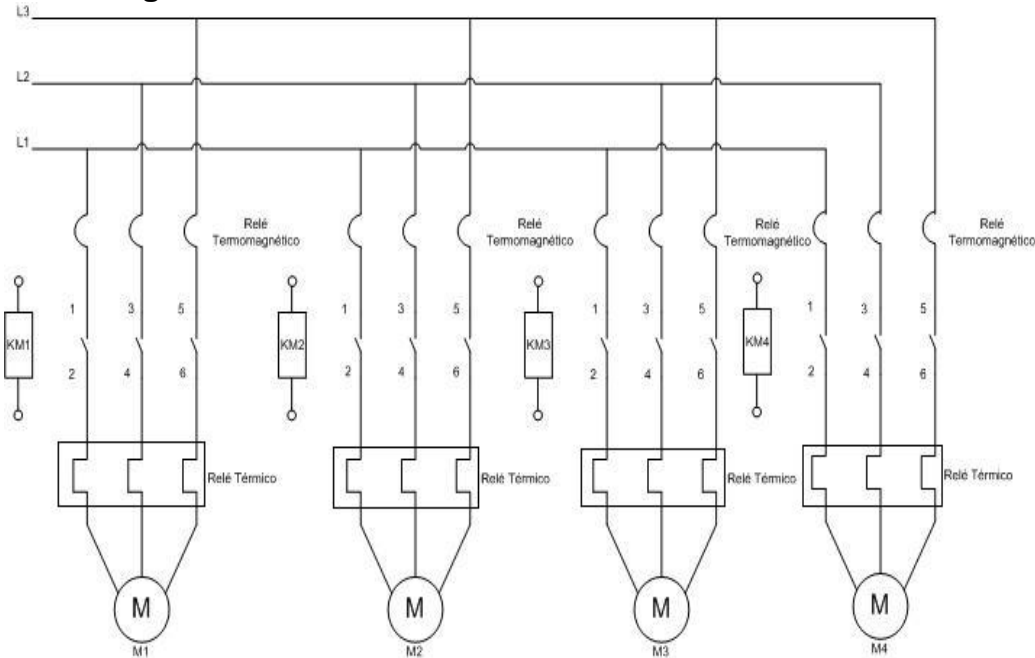


Figura 53. Grafcet del control del rango pequeño



En la Figura 54 se muestra el diagrama eléctrico de potencia de los motores, en el cual se observa como irán conectados los relés termomagnéticos conocidos también como guardamotores, los relés térmicos y los contactores de cada motor.

Figura 54. Diagrama de Eléctrico de Potencia de los Motores



12.4. INTERFAZ GRÁFICA

El diseño de cómo sería la interfaz gráfica de la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso, se realizó en el programa *Intouch 9.5* el cual es un sistema interactivo diseñado para la visualización, supervisión y el control de procesos industriales. Es un programa que se puede conectar con el PLC y cuenta con una extensa biblioteca con más de 500 símbolos gráficos “inteligentes” que se pueden adaptar como el usuario desee.

El diseño de la interfaz gráfica se basa en los planteamientos del cliente, es decir, como interactuar con está y como modificar su programación de clasificación. De la tabla No3 se tomó en cuenta los siguientes planteamientos que tienen que ver con la interfaz, como se puede ver a continuación:

- Que en cualquier momento pueda realizarle cambios en el proceso de clasificación y que esto pueda realizarse sin ningún problema.

- Que la clasificación de la presas se realice en diferentes rangos de manera rápida y permita tener un inventario del número de presas clasificadas.
- Que la máquina tenga algún indicador de cuando se agotan las presas por clasificar.

Basado en lo anterior se realizó la pantalla de inicio de la interfaz (Menú), la cual consta de un botón llamado *Parámetros*, como se puede ver en la Figura 55.

Figura 55. Ventana de inicio de la interfaz gráfica



Por medio del botón *Parámetros* se abre una nueva ventana (*Parámetros/ Tipo de presas*) para escoger el tipo de presa que se desea clasificar. En esta nueva ventana se encuentran 5 botones, los cuales cada uno de ellos representa una presa de pollo; ya sean perniles, muslos, contramuslos, alas o pechugas. Eso depende de lo que el usuario quiera clasificar, para este caso se hará un ejemplo cuando se oprime el botón de perniles que es uno de los botones que se encuentran en esta ventana, como se puede ver en la Figura 56.

Figura 56. Ventana de elección del tipo de presa a clasificar



En el momento de que se presione el botón de perniles se abrirá una nueva ventana (*Parámetros / Rangos*), en la cual se especifican el valor mínimo y máximo para cada uno de los 3 rangos, además de que se especifica el número de presas a clasificar. A la hora de presionar el botón del valor mínimo, del valor máximo o del número de presas para cada rango; aparecerá un teclado con el cual se puede insertar el valor deseado por el usuario como se puede ver en la Figura 57.

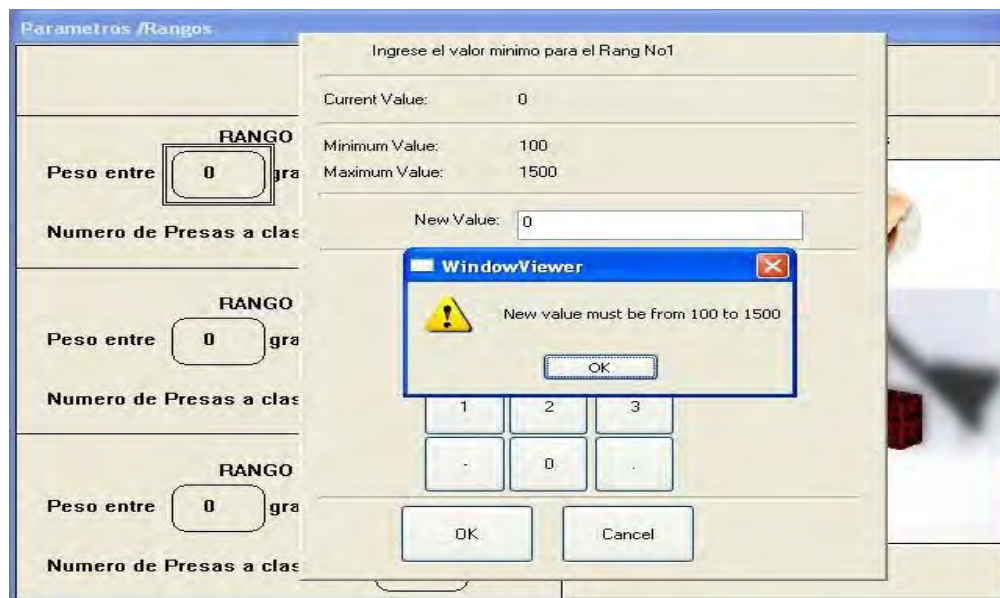
Figura 57. Ventanas para ingresar el valor máximo, mínimo y número de presas para cada rango de clasificación

The figure shows three screenshots of a software interface for setting classification ranges. Each window is titled "Parametros Rangos" and contains a title bar, a title, a "Current Value" field, a "Minimum Value" field, a "Maximum Value" field, a "New Value" input field, a numeric keypad, and "OK" and "Cancel" buttons.

- Top Left Window:** "Ingresar el valor maximo para el Rang No1". Current Value: 0, Minimum Value: 100, Maximum Value: 1500. The "New Value" field contains "300".
- Top Right Window:** "Ingresar el valor minimo para el Rang No1". Current Value: 0, Minimum Value: 100, Maximum Value: 1500. The "New Value" field contains "200".
- Bottom Center Window:** "Ingresar el numero de presas del Rang No1". Current Value: 0, Minimum Value: 1, Maximum Value: 1000. The "New Value" field contains "60".

Además de que el usuario puede modificar estos 3 parámetros para cada rango, este se puede equivocar cuando ingrese unos de estos valores. Para esto se hizo un rango de validación de 100 a 1500 gramos, los cuales son el valor más pequeño y más grande de una presa de pollo. Cuando la persona ingrese el peso de la presa de manera incorrecta, aparecerá un mensaje de error lo cual obligara a ingresar de nuevo el valor. Esto se puede ver en la Figura 58.

Figura 58. Ventana de error cuando se ingresa mal el rango de clasificación



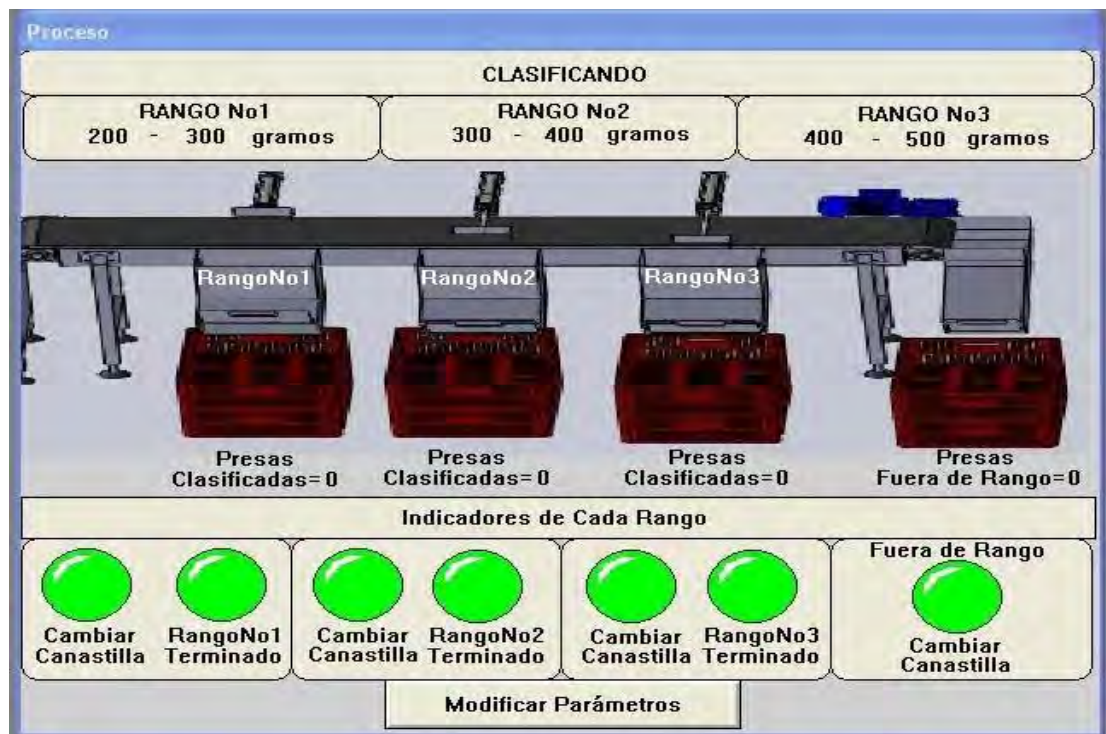
Después de que se hayan ingresado todos los parámetros de clasificación para cada uno de los rangos, se obtendrá la ventana completa con toda la información para el proceso de clasificación. Esto se puede observar en la Figura 59.

Figura 59. Ventana de los parámetros de clasificación ingresados

PARAMETROS DE CLASIFICACION	
<p>RANGO No1</p> <p>Peso entre <input type="text" value="200"/> gramos y <input type="text" value="300"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="60"/></p>	<p>Clasificando Perniles</p>  
<p>RANGO No2</p> <p>Peso entre <input type="text" value="300"/> gramos y <input type="text" value="400"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="100"/></p>	
<p>RANGO No3</p> <p>Peso entre <input type="text" value="400"/> gramos y <input type="text" value="500"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="80"/></p>	
<p>Iniciar Proceso</p>	

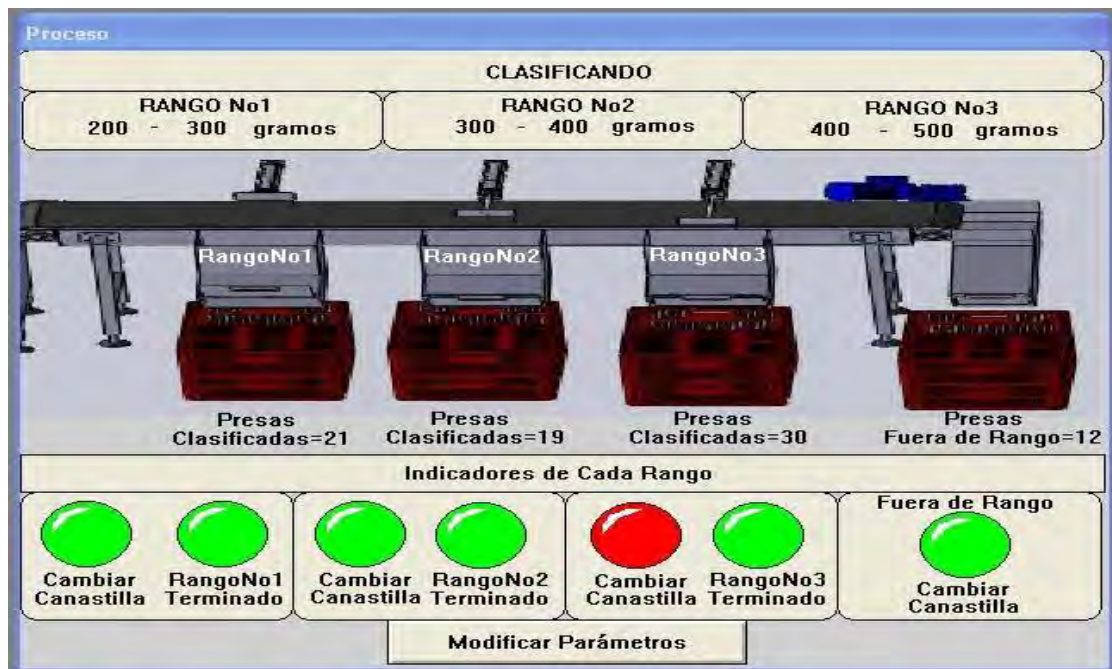
Con toda esta información completa se puede oprimir el botón llamado *Iniciar Proceso*, el cual abrirá una nueva ventana (*Proceso*), en ella aparecerán de manera visual: la especificación de peso de cada rango; el número de presas clasificadas que en este momento es cero, porque aún no se ha clasificado ninguna presa en uno de los rangos; y además se encuentra los indicadores para cada uno de ellos, los cuales indican si toca cambiar la canastilla porque se llenó de presas o cuando uno de los rangos termino su clasificación. Estos indicadores serán leds de color verde cuando el proceso se está llevando de manera normal, pero cambiaran a rojo cuando se cumpla una de las 2 variables mencionadas anteriormente. Esto se puede ver en la Figura 60.

Figura 60. Ventana clasificando





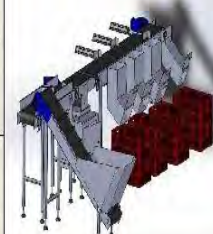
Para esta explicación se hizo el ejemplo de que se están clasificando perfiles y el número máximo por canastilla es de 30 presas (**como se mencionó en el Graficet**), entonces en el momento de que uno de los rangos llegue a ese valor, el indicador cambiara a color rojo y le avisara al usuario que toca cambiar de canastilla, para este caso el Rango No3 llego a ese valor por lo tanto su indicador deberá cambiar de color; como se puede ver en la Figura 61.

Figura 61. Ventana de cambio de canastilla en uno de los rangos de clasificación



Ahora en vez de indicar el cambio de canastilla, se debe indicar cuando se ha completado la clasificación de uno de los rangos, esto se puede observar en la Figura 62, la cual muestra que en la ventana (*Parámetros/Rangos*) se especificó que para el rango No1 el número de periles a clasificar seria de 60 presas, por lo tanto en el momento en que este número sea igual en la ventana (*Proceso*), el indicador debe de cambiar a color rojo indicando al usuario que ese rango ya termino su proceso de clasificación.

Figura 62. Ventana de rango de clasificación terminado

Parametros Rangos		Proceso	
PARAMETROS DE CLASIFICACION		CLASIFICANDO	
<p>RANGO No1</p> <p>Peso entre <input type="text" value="200"/> gramos y <input type="text" value="300"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="60"/></p>		<p>RANGO No1 200 - 300 gramos</p> <p>RANGO No2 300 - 400 gramos</p> <p>RANGO No3 400 - 500 gramos</p>	
<p>RANGO No2</p> <p>Peso entre <input type="text" value="300"/> gramos y <input type="text" value="400"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="100"/></p>		 <p>Presas Clasificadas=60 Presas Clasificadas=87 Presas Clasificadas=71 Presas Fuera de Rango=24</p>	
<p>RANGO No3</p> <p>Peso entre <input type="text" value="400"/> gramos y <input type="text" value="500"/> gramos</p> <p>Numero de Presas a clasificar <input type="text" value="80"/></p>		<p>Indicadores de Cada Rango</p> <div> <div></div> Cambiar RangoNo1 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar RangoNo2 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar RangoNo3 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar Fuera de Rango Canastilla </div>	
<p>Clasificando Perniles</p>   <p>Iniciar Proceso</p>		<p>Modificar Parámetros</p>	

A parte del mensaje de advertencia que aparece en uno de los rangos, cuando la persona inserta mal el peso de la presa a clasificar, también aparecerá un mensaje de que no hay presas por clasificar en la tolva, el cual será indicado por el PLC, en el momento que el sensor no detecte presas en ese sitio de la máquina, así de esta manera se le avisara al usuario de ingresar más presas y luego deberá presionar el botón llamado *Continuar Clasificando* para que la máquina siga realizando su proceso.

Figura 63. Ventana de aviso de que no hay presas por clasificar

Proceso		
CLASIFICANDO		
<p>RANGO No1 200 - 300 gramos</p>  <p>Presas Clasificadas=15 Presas Clasificadas=11 Presas Clasificadas=23 Presas Fuera de Rango=5</p>	<p>RANGO No2 300 - 400 gramos</p>	<p>RANGO No3 400 - 500 gramos</p>
<p>Indicadores de Cada Rango</p> <div> <div></div> Cambiar RangoNo1 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar RangoNo2 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar RangoNo3 Canastilla Terminado </div> <div> <div></div> Cambiar Fuera de Rango Canastilla </div>		
<p>Modificar Parámetros</p>		

No hay Presas para Clasificar

No hay presas por clasificar en la tolva

Y por último, en el momento de que la máquina termine con todo el proceso de clasificación de pernils, para este caso. El PLC indicara un mensaje de que el proceso ha terminado como se puede ver en la figura No64, de esta forma se le avisará al usuario que ya puede apagar el equipo o puede presionar el botón llamado *Ir a Inicio* para ajustar los nuevos parámetros de clasificación.

Figura 64. Ventana de aviso de que el proceso termino



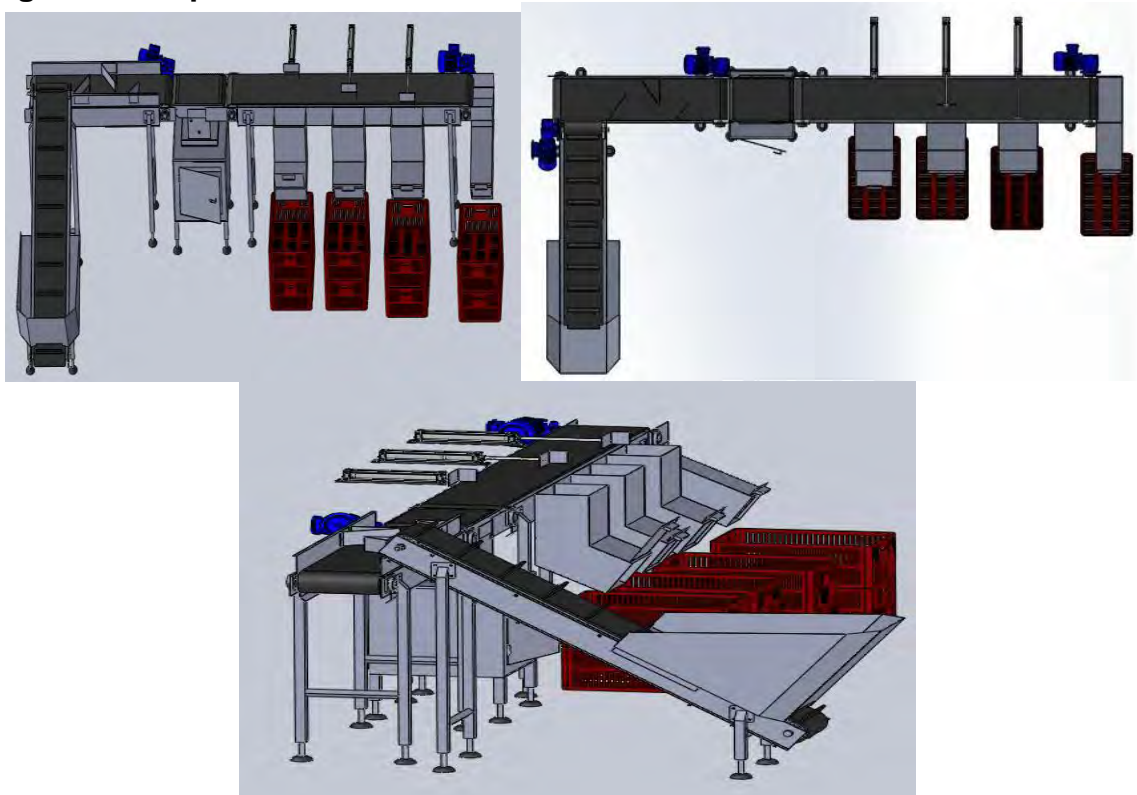
13. DISEÑO PARA MANUFACTURA (DPM)

El diseño para manufactura (DPM) es una colección de técnicas, programas, herramientas y métodos para mejorar la fabricación de partes de un producto o simplemente simplificar su ensamble. Esto por medio del análisis de los materiales a utilizar, tolerancias de las dimensiones, complejidad y conveniencia para poder realizar el ensamble de manera manual del producto; para de esta forma garantizar que encaje de manera óptima y obtener un producto bien terminado.

Un DPM exitoso consigue reducir los costos de producción y de ensamble sin sacrificar la calidad final del producto. La estimación de los costos de la forma precisa no se presenta hasta el diseño detallado.

Para realizar el DPM de la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo es necesario tener el diseño de todo el sistema completo, como se puede observar en la Figura 65:

Figura 65. Representación isométrica del diseño final



El diseño de manufactura que se le va a realizar a la maquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso consta de dos etapas las cuales son:

- Estimación de costos de manufactura
- Reducción de los costos de los componentes

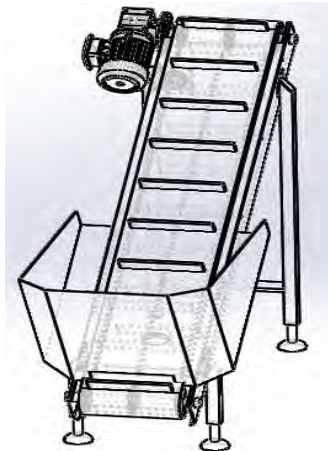
13.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MANUFACTURA

Para lograr una estimación adecuada de los costos de manufactura de la máquina clasificadora se deben tener en cuenta tres aspectos relevantes, los cuales son: Costos de los componentes como lo son: las partes estándares (motores, sensores, tornillos, switches, etc.) y las partes propias según los requerimientos que se tengan, a partir de materia prima (lámina de acero inoxidable, platina de acero inoxidable, tubo de acero inoxidable, banda sintética de poliuretano, etc.) utilizados en la construcción de la máquina; y los costos de ensamblaje.

Para cumplir con esta etapa es necesario analizar cada módulo de la máquina clasificadora, para realizar un DPM detallado a cada uno de ellos. Esto se puede ver a continuación:

13.1.1 Estimación de costos de manufactura para el módulo A. El módulo A de la máquina clasificadora realiza la función de almacenar las presas de pollo en la tolva, y con el movimiento de la banda transportadora lleva las presas a la sección de separación. Este módulo se puede apreciar en la figura No66.

Figura 66. Representación detallada del módulo A



- **Lista de los componentes del módulo A:**

Los componentes propios y estándares del módulo A que componen la máquina clasificadora se pueden observar en la Tabla 16.

Tabla 16. Lista de los componentes propios y estándares del módulo A

Componentes	Cantidad
Componentes Propios	
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1.22m x 2.44m)	2
Banda modular serie 900 flat top Acetal	1
Piñones serie 900 de 12 dientes x 109mm de diámetro	6
Cilindros cuadrados de acero inoxidable de 2 ½" de diametro	2
Varilla de acero inoxidable de 7/8" x 3m	1
Platina de acero inoxidable de 32mm x 2,44m calibre 12	3
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1
Perfil U x metro	5
Perfil J x metro	3
Componentes Estándares	
Motorreductor de 2HP Mr_SA77	1
Sensor detector SOEG-RT-M18-PA-KS-2L	1
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000 R1009	1
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1

- Costo de ensamblaje del módulo A:**

Teniendo claro los materiales que se van a utilizar para realizar los componentes propios, es necesario realizar una subcontratación (outsourcing) o tercerización para hacer todas las operaciones a los materiales como por ejemplo (cortes, doblados, pulir, etc.), así de esta forma se obtendrán todas las piezas propias que conformaran el módulo A. Luego se ensamblaran todas sus partes y se realizaran las pruebas correspondientes para evaluar que todo esté funcionando de manera óptima. La empresa que hará este proceso es *Movistan*, la cual describirá el tiempo que se demora realizar cada operación por un operario, esto se puede ver en la Tabla 17.

Tabla 17. Tiempos de ensamble del módulo A

Operaciones	Tiempo (horas)
Corte de láminas y tubos	1
Dobles de láminas	1
Soldadura de elementos	1
Armado de la banda modular	2
Incorporación de la banda modular	4
Ensamble y aseguramiento	5
Pulir	2
Ensamble del sensor	1
Ensamble del motorreductor	2
Ensamble de cables	1
Prueba mecánica de la estructura	8
Prueba eléctrica	8
TOTAL	36

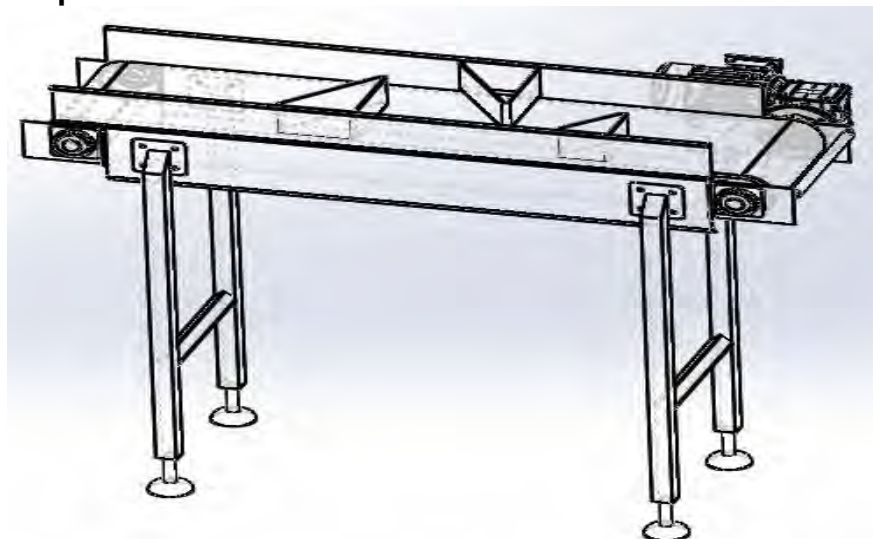
Un operario para realizar el módulo A se demora 36 horas, es decir, 4 días y medio; debido a que la jornada de trabajo de la empresa *Movistan* son 8 horas diarias, y por este proceso la empresa cobraría \$960.000. En la Tabla 18 se puede ver el costo de ensamble y el tiempo que se demora en construirse el módulo A de la máquina clasificadora.

Tabla 18. Costo de ensamble del módulo A

MÓDULO A	
Tiempo en construcción	36 horas
Costo del ensamble	\$ 960.000

13.1.2 Estimación de costos de manufactura para el módulo B. El módulo B de la máquina clasificadora realiza la función de separar las presas de pollo, por medio de las trampas (obstáculos) que hay en la banda transportadora, para luego de esta forma llevarlas a la sección de pesado. Este módulo se puede observar en la Figura 67.

Figura 67. Representación detallada del módulo B



- **Lista de los componentes del módulo B:**

Los componentes propios y estándares del módulo B que componen la máquina clasificadora se pueden observar en la Tabla 19.

Tabla 19. Lista de los componentes propios y estándares del módulo B

Componentes	Cantidad
Componentes Propios	
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1.22m x 2.44m)	1
Banda sintética de poliuretano x metro	3
Tubo clase 10 de acero inoxidable de 4" x 2m largo	1
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1
Componentes Estándares	
Motorreductor de 1HP Mr_SA47	1
Chumacera de acero inoxidable de 1 ¼"	2
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000 R1009	1
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1

- **Costo de ensamblaje del módulo B:** Después de haber tenido todos los materiales propios y estándares, se necesita realizar la construcción de los

componentes propios a partir de diferentes operaciones como se muestra en la Tabla 20, esto por medio de *Movistan*. Para así hacer el ensamble de todas las piezas y obtener el módulo B de la máquina clasificadora, con todas sus pruebas correspondientes para asegurar que todo este correcto.

Tabla 20. Tiempos de ensamble del módulo A

Operaciones	Tiempo (horas)
Corte de láminas y tubos	1
Dobles de láminas	1
Soldadura de elementos	1
Incorporación de la banda sintética	4
Ensamble y aseguramiento	5
Pulir	2
Ensamble del motorreductor	2
Ensamble de cables	1
Prueba mecánica de la estructura	8
Prueba eléctrica	8
TOTAL	33

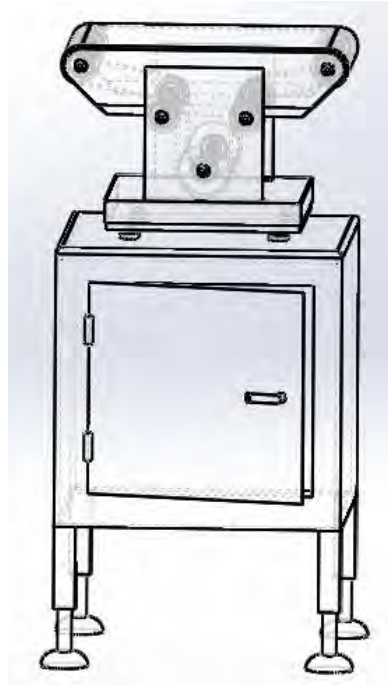
Para la construcción del módulo B un operario se demora 33 horas en realizarlo, aproximadamente 4 días; es decir, que la empresa *Movistan* por esta parte de la máquina cobraría \$880.000. En la Tabla 21 se puede ver el costo de ensamble y el tiempo que se demora en construirse el módulo B de la máquina clasificadora.

Tabla 21. Costo total del módulo B

MÓDULO B	
Tiempo en construcción	33 horas
Costo del ensamble	\$ 880.000

13.1.3 Estimación de costos de manufactura para el módulo C. El módulo C de la máquina clasificadora realiza la función de pesar las presas de pollo y mandar el valor de su peso al PLC, este analizará este valor y luego mandará la orden en que rango de clasificación se encuentra la presa. El movimiento de la banda transportadora lleva las presas a la sección de clasificación. Este módulo se puede ver en la Figura 68.

Figura 68. Representación detallada del módulo C



- **Lista de los componentes del módulo C:**

Los componentes propios y estándares del módulo C que componen la máquina clasificadora se pueden observar en la Tabla 22.

Tabla 22. Lista de los componentes propios y estándares del módulo C

Componentes	Cantidad
Componentes Propios	
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1.22m x 2.44m)	1
Banda sintética de poliuretano x metro	1,5
Eje de acero inoxidable de 7/8" x 3m	1
Tubo Clase 10 de acero inoxidable de 2" x 2m largo	1
Tubo clase 10 de acero inoxidable de 3" x 1m largo	1
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1
Componentes Estándares	
PLC Unitronics V570-57-T20B	1
Snap V200-18-E4XB	1
Báscula DS-980SC	1
Rodamiento 6204 Rollway	10
Motor Rotor de 1/4HP	1
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000 R1009	1
Contactor ABB 1SBL 141001R8810	1

Con la lista completa de todos los componentes propios y estándares, se puede realizar las piezas a partir de los componentes propios a partir de diferentes operaciones como se ven en la Tabla 23, las cuales serán realizados por *Movistan*; para luego armar y ensamblar todas las partes que componen el módulo C, y de esta forma realizar todas las pruebas necesarias para garantizar que esta parte de la máquina clasificadora funcionará de manera óptima y segura.

Tabla 23. Tiempos de ensamble del módulo C

Operaciones	Tiempo (horas)
Corte de láminas	1
Dobles de láminas	1
Soldadura de elementos	1
Incorporación de la banda sintética	3
Ensamble y aseguramiento	5
Pulir	2

Ensamble del motorrotor	3
Ensamble del PLC	2
Ensamble de cables	1
Prueba mecánica de la estructura	8
Prueba eléctrica	8
Prueba de la HMI	4
Prueba del PLC	4
TOTAL	43

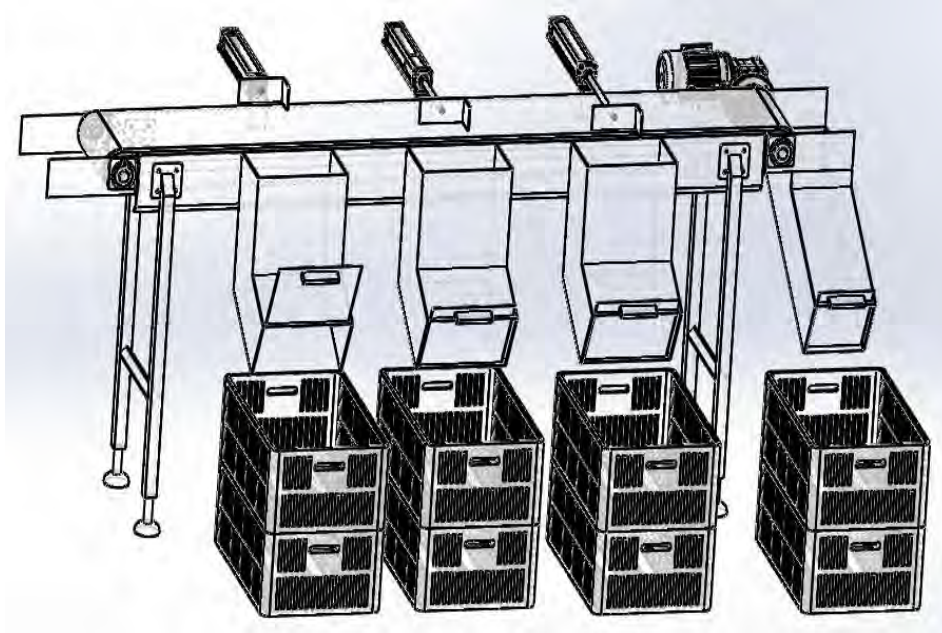
Para la elaboración del módulo C un operario se demora 43 horas, pero las pruebas de la HMI y del PLC no las hará *Movistan*, porque esa labor será hecha por los ingenieros de empresa *FESTO*, debido a que ella está incluido en el precio de los equipos el soporte técnico, el cual tienen el deber de entregar todo funcionando correctamente. Por lo tanto, el tiempo que le toma a la empresa *Movistan* en realizar el modulo C es de 35 horas, aproximadamente 4 días y medio, el costo es de \$933.500. En la Tabla 24 se puede ver el costo de ensamble y el tiempo que se demora en construirse el módulo C de la máquina clasificadora.

Tabla 24. Costo total del módulo C

MÓDULO C	
Tiempo en construcción	35 horas
Costo del ensamble	\$ 933.500

13.1.4 Estimación de costos de manufactura para el módulo D. El módulo D de la máquina clasificadora realiza la función de clasificar las presas de pollo, esto lo hace por medio de los cilindros eléctricos, los cuales desvían el camino de las presas que van por la banda transportadora, los cilindros se activan por medio del PLC, el cual indica que cilindro se debe accionar, dependiendo del rango que se encuentre el peso de la presa, para así luego la presa llegue a la canastilla que le corresponde. Este módulo se puede apreciar en la Figura 69.

Figura 69. Representación del módulo D



- **Lista de los componentes del módulo D:**

Los componentes propios y estándares del módulo D que componen la máquina clasificadora se pueden observar en la Tabla 25.

Tabla 25. Lista de los componentes propios y estándares del módulo D

Componentes	Cantidad
Componentes Propios	
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1.22m x 2.44m)	2
Banda sintética de poliuretano x metro	5
Tubo clase 10 de acero inoxidable de 4" x 2m largo	1
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1
Componentes Estándares	
Motorreductor de 1,5HP	1
Chumacera de acero inoxidable de 1 ¼"	2
Sensor detector SOEG-RT-M12-PS-K-2L	1
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000 R1009	1
Contactor ABB 1SBL 141001R8810	1
Cilindro neumáticos guiado doble efecto DF-B-20-320	3
Finales de carrera CRSMEO-4-K-LED-24	6

Con la lista completa de los materiales propios y estándares, se procede a realizar las piezas que se necesitan a partir de los materiales propios por medio de operaciones que se muestran en la Tabla 26., que se harán en la empresa *Movistan*. Para después construir y ensamblar todas las partes que conforman el módulo D, y así realizar todas las pruebas pertinentes para asegurar que esta parte de la máquina clasificadora funcione de la mejor manera.

Tabla 26. Costos de ensamble del módulo D

Operaciones	Tiempo (horas)
Corte de láminas	1
Dobles de láminas	1
Soldadura de elementos	1
Incorporación de la banda sintética	5
Ensamble y aseguramiento	6
Pulir	2
Ensamble del motorreductor	2
Ensamble de los cilindros eléctricos	3
Ensamble de cables	1
Prueba mecánica de la estructura	8
Prueba eléctrica	8
Prueba de control de los cilindros neumáticos	6
TOTAL	44

La construcción de todo el módulo D se demoraría 44 horas, pero la prueba del control de los cilindros neumáticos se hará hecha por la empresa *FESTO*, la cual está incluida en la compra de los equipos y es realizada por los ingenieros de soporte técnico. Es decir, que al operario de la empresa *Movistan* le toma 38 horas en hacer el módulo D, aproximadamente 5 días y tendría un costo de \$1.015.000. En la Tabla 27 se puede ver el costo de ensamble y el tiempo que se demora en construirse el módulo A de la máquina clasificadora.

Tabla 27. Costo total del módulo D

MÓDULO D	
Tiempo en construcción	38 horas
Costo del ensamble	\$ 1015.000

13.2. ETAPA DE REDUCCIÓN DE COSTOS DE LOS COMPONENTES

Para el diseño de cada uno de los módulos de la máquina clasificadora, se basó en las dimensiones del espacio que tiene la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, es decir, que al unir todos estos no fueran a exceder del espacio de trabajo y se ajustarán a él. Además para la obtención de los componentes propios que realizará la empresa *Movistan*, los cuales harán las piezas sin gastar tanto material (láminas, tubos, platinas, etc.) para que rindan y evitar gastos innecesarios en materiales.

Para la elaboración de los soportes de cada módulo, los cuales se harán con un tubo de 1 ½" de diámetro, se pensó en realizarlo en acero 1020 porque este no estaría en contacto con las presas de pollo y así no utilizar acero inoxidable, que es más costoso. Pero según la norma ISO 22000 dice que para la elaboración de estas máquinas que manejan alimentos es obligatorio de que todas sus piezas sean construidas en acero inoxidable, porque por el ambiente que se maneja en la empresa, el cual es frío a una temperatura de 5 a 15 °C; se puede esparcir la contaminación del óxido de cualquier pieza que sea de acero u otro material oxidable, el cual puede contaminar las presas de pollo y perjudicar al consumir final que son los clientes de la empresa.

14. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES

La máquina clasificadora de presas de pollo cuenta con varios componentes, los cuales se describirán detalladamente a continuación:

14.1. PLC UNITRONICS V570-57-T20B CON UN SNAP V200-18-E4XB

Los PLC's son los controladores lógicos programables que componen un panel operativo integrado que contiene un Touchscreen de 5.7", la cual es a color que muestra un teclado virtual cuando la aplicación requiere que el usuario introduzca datos, que en este caso serán las especificaciones (valor mínimo, valor máximo, número de presas a clasificar, etc.) de cada rango. El snap con el que se puede integrar el PLC cuenta con: 18 entradas digitales, 17 salidas digitales (incluidas 2 de altas velocidades), 4 entradas análogas y 4 salidas análogas. Tanto el PLC y snap se pueden ver en la Figura 70.

Figura 70. PLC Unitronics V570-57-T20B con un Snap V200-18-E4XB



Fuente: PLC Unitronics V570-57-T20B con un Snap V200-18-E4XB [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: [http://www.unitronics.com/Downloads/Support/Technical%20Library/Vision%20Hardware/Installation%20Guides/V570-57-T20B-T40B-J INSTAL-GUIDE.pdf](http://www.unitronics.com/Downloads/Support/Technical%20Library/Vision%20Hardware/Installation%20Guides/V570-57-T20B-T40B-J%20INSTAL-GUIDE.pdf)

Algunas características y especificaciones del PLC Unitronics V570-57-T20B¹⁹ con un Snap V200-18-E4XB se pueden ver en la tabla No28.

Tabla 28. Características y especificaciones del PLC Unitronics V570-57-T20B

Características	
Ancho del producto	197,0 mm
Altura del producto	146,6 mm
Profundidad del producto	68,5 mm
Peso neto del producto	0,65 kg
Especificaciones de las comunicaciones	
2 Puertos RS232/RS485	
1 Puerto Ethernet	
Bloque de funciones de comunicación incluyen: SMS, GPRS, MODBUS, serial / IP Protocolo de FB permite PLC para comunicarse con así cualquier dispositivo externo	
Especificaciones de I/O	
Entradas digitales	18
Salidas Digitales	17
Entradas Análogas	4
Salidas Análogas	4
Especificaciones de Modo de Información	
Calibras la pantalla táctil	
Ver y editar valores de programación, la configuración del puerto COM, RTC y pantalla.	
Contraste / Brillo	
Detener, iniciar y reiniciar el PLC	
Especificaciones de programación y software	
El CD de instalación contiene el software de Unitronics VisiLogic y otras utilidades	
Fácil de configurar el hardware y escribir tanto HMI y control de escalera aplicaciones; la biblioteca de bloques de funciones simplifica las tareas complejas tales como PID.	
Estos incluyen servidor UniOPC, acceso remoto para control remoto programación y diagnóstico.	
Además cuenta con DataXport para los datos de tiempo de ejecución.	
El PLC tiene para conectar una Tarjeta SD que tiene como función: almacenar registros de datos, alarmas, tendencias, tablas de datos; exportar a Excel; HMI y sistema operativo.	

¹⁹ Características y especificaciones del PLC Unitronics V570-57-T20B [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.unitronics.com/docs/pdf/v570-57-t20b-t40b-j.pdf?sfvrsn=0>

14.2. RELÉ TÉRMICO ABB TA25DU-5.0 Los relés térmicos son dispositivos que se encargan en proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Este dispositivo de protección garantiza tres cosas: primero en optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas; segundo la continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas; y por último, volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

Para esta aplicación se utilizara la referencia de relé térmico TA25DU-5.0²⁰, el cual es un dispositivo de protección electromecánico, ofrece una protección fiable y rápida para los motores en caso de sobrecarga o fallo de fase. Otras características son: la compensación de temperatura, contacto de disparo (NC), contacto de señales (NO), automático o manual seleccionable reset, mecanismo de disparo libre, STOP y función de prueba, y una indicación de disparo. Los relés de sobrecarga se conectan directamente a los contactores de bloque. Este se puede observar en la Figura 71.

Figura 71. Relé térmico TA25DU-5.0



Fuente: Relé térmico TA25DU-5.0 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.abb.com/productdetails/1SAZ211201R1035>
Algunas características y especificaciones de relé térmico TA25DU-5.0 se puede ver en la Tabla 29.

²⁰ Características y especificaciones del relé térmico TA25DU-5.0 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.abb.com/productdetails/1SAZ211201R1035>

Tabla 29. Características y especificaciones del relé térmico TA25DU-5.0

Características	
Ancho del producto	44 mm
Altura del producto	80 mm
Profundidad del producto	94 mm
Peso neto del producto	0,15 kg
Especificaciones	
Rango de ajuste	3,5 - 5,0 A
Tensión nominal	220V
Corriente Nominal	5,0 A
Frecuencia Nominal	60Hz
Número de polos	3
Número de contactos auxiliares NC	1
Número de contactos auxiliares NO	1
Grado de protección	Housing IP20
Temperatura Ambiente	-25 + 55 °C

14.3. CONTACTOR ABB A9 1SBL141001R8810

Un contactor es un dispositivo electromecánico que tiene como objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando. Además tiene la capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

La referencias del que contactor que se utilizara es la ABB A9 1SBL141001R8810²¹, el cual se utiliza principalmente para el control de motores de 3 fases y en general para el control de circuitos de alimentación de hasta 690 VAC o 220 VDC. Los contactores también se pueden usar para muchas otras aplicaciones tales como: el aislamiento, la conmutación del condensador, la iluminación. Estos están realizados con el diseño de tipo bloque. Además cuentan con principales polos y bloques de contactos auxiliares y un circuito de control

²¹ Características y especificaciones del contactor ABB A9 1SBL141001R8810 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://octopart.com/1sbl141001r8810+-+a9-30-10+230v-abb+control-29381777>

operado con un circuito magnético laminado. El contactor ABB A9 1SBL141001R8810 se puede ver en la Figura 72.

Figura 72. Contactor ABB A9 1SBL141001R8810



Fuente: Contactor ABB A9 1SBL141001R8810 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.abb.com/product/seitp329/128d98e5090f7cf8c1256ffe00467199/pis_AB1SBL141001R8810.aspx?tabKey=2

Las características y especificaciones del contactor ABB A9 1SBL141001R8810 se puede observar en la tabla 30.

Tabla 30. Características y especificaciones del contactor ABB A9 1SBL141001R8810

Características	
Ancho del producto	44 mm
Altura del producto	74mm
Profundidad del producto	74 mm
Peso neto del producto	0,34 kg
Especificaciones	
Intensidad nominal de alimentación	220/230/240 V
Tensión nominal	220V
Corriente Nominal	5,0 A
Frecuencia Nominal	60Hz
Número de polos	3
Número de contactos principales NC	0
Número de contactos principales NO	3
Grado de protección	Housing IP20
Temperatura Ambiente	-25 + 70 °C

14.4. GUARDAMOTOR ABB 1SAM 250000 R1009

El guardamotor también conocido relé termomagnético se utiliza para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles, debido a que tiene la ventaja de que no hay que reponerlos, se rearmen de nuevo y siguen funcionando. Estos aparatos constan de un disparador o desconectador magnético, formado por una bobina que actúa sobre un contacto móvil al sobrepasar la intensidad que la atraviesa su valor nominal. Este es el elemento que protege la instalación contra cortocircuitos. También posee un desconectador térmico, formado por una lámina bimetálica, que se dobla al ser calentada por un exceso de intensidad; no se puede volver a rearmar el contacto hasta que no se haya enfriado la lámina bimetálica. Al igual que los relés térmicos, son aparatos destinados a proteger los motores contra posibles sobrecargas.

La referencia del guardamotor que se va a utilizar es un ABB 1SAM 250000 R1009²², el cual tiene una protección del motor serie interruptor MS 116, diseño abierto sin interruptor auxiliar, resistente a los cambios de clima, con activación térmica y electromagnética. Especialmente diseñado para la protección de motores en una clase de potencia de hasta 7,5 kW. Esto permite que la MS 116 se extienda con contactos auxiliares, o bien se pueden conectar a la parte lateral o frontal (para ahorrar espacio). Este dispositivo cumple con la normativa internacional, europea y nacional más importante IEC 60 947-1. Este guardamotor se puede ver en la Figura 73.

²² Características y especificaciones del guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.clrwtr.com/PDF/ABB-Controls/ABB-MS116-Manual-Motor-Starters.pdf>

Figura 73. Guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009



Fuente: Guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.conrad-electronic.co.uk/ce/en/product/701317/ABB-1SAM-250-000-R1009-MS-116-63-40-63-A-IP20>

Las características y especificaciones del guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009 se puede observar en la Tabla 31.

Tabla 31. Características y especificaciones del guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009

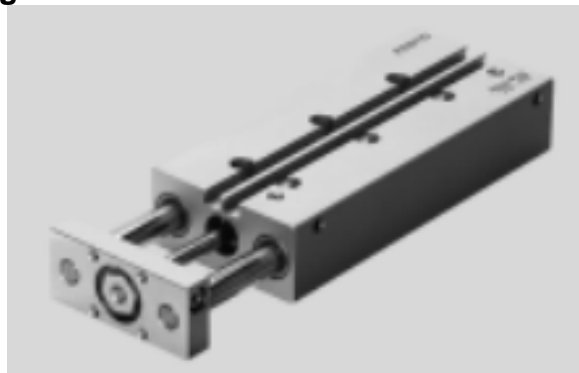
Características	
Ancho del producto	44 mm
Altura del producto	76 mm
Profundidad del producto	74 mm
Peso neto del producto	0,34 kg
Especificaciones	
Tensión de servicio	220V
Rango de ajuste	4,0 - 6,3 A
Corriente Nominal	6,3 A
Frecuencia Nominal	50 - 60Hz
Número de polos	3
Grado de protección	Housing IP20
Temperatura Ambiente	-25 + 55 °C

14.5. CILINDRO GUIADO DE DOBLE EFECTO DFM-B-20-320

Un cilindro neumático es una unidad que transforma la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al émbolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo.

Para la aplicación de la máquina clasificadora se necesita un cilindro que este hecho en acero inoxidable, debido a las condiciones de trabajo que hay en la empresa, para este caso se utilizará un cilindro guiado DFM²³, el cual es un cilindro de doble efecto, lo que quiere decir que se le debe aplicar presión en ambos lados del émbolo para que este pueda realizar trabajo en ambas direcciones; también cuenta con un sistema de guías hechas en acero inoxidable para garantizar que el vástago, el cual es bastante largo para esta aplicación, no se gire ni tenga la posibilidad de fracturarse debido a fuerzas transversales. El cilindro guiado se puede ver en la Figura 74.

Figura 74. Cilindro guiado doble efecto DF-B-20-320



Fuente: Cilindro guiado de doble efecto DFM-B20-320 [en línea]. [Consultado el 30 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DFM_ES.PDF

Algunas características del cilindro guiado de doble efecto se pueden ver en la Tabla 32.

²³ Cilindro guiado de doble efecto DFM-B20-320 [en línea]. [Consultado el 30 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/DFM_ES.PDF

Tabla 32. Características del Cilindro guiado doble efecto DF-B-20-320

Características	
Diámetro del embolo	20mm
Carrera	320 mm
Fuerza teórica	6 bar
Avance	483 N

Fuente: Características del cilindro guiado de doble efecto DFM-B20-320 [en línea]. [Consultado el 30 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx

14.6. DETECTOR DE POSICION SMT0-1- MAGNETORRESISTIVO

Son los sensores que determinan el final de carrera del cilindro, uno para el outstroke y otro para el instroke. El efecto magnetorresistivo²⁴ consiste en el cambio de la resistividad eléctrica de un material debido a la variación del campo magnético al que está sometido. La principal ventaja de los sensores magnetorresistivos es la ausencia de contactos mecánicos entre elemento activo y estímulo externo, de modo que se evita el desgaste mecánico del sensor, incrementando su vida útil y su fiabilidad. En la Figura 75 se puede ver el detector de posición SMT0-1.

Figura 75. Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo



Fuente: Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/SMX-1_ES.PDF

En la tabla No33 se pueden observar algunas características del detector de posición SMT0-1.

²⁴ Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/SMX-1_ES.PDF

Tabla 33. Características del Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo

Características	
Longitud de cable	2.5 m
Tensión de funcionamiento	10-30 VDC
Corriente de conexión máxima	200 mA
Caída de tensión	3 V
Temperatura Ambiente	-20 a 70°C
Peso del producto	65,9g
Salida conmutada	PNP y NPN

Fuente: Características del Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx?q=571339

14.7. UNIDAD DE FILTRO Y REGULADOR LFR-1/4-D-MINI

Las unidades de servicio²⁵ (filtro y regulador) son parte fundamental para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos. La parte del filtro retiene las partículas como polvo y óxido, además de las gotas de humedad que contiene el aire. Los líquidos son desviados a la copa del filtro, así el condensado acumulado se vacía periódicamente. Y la parte del regulador mantiene constante la presión de trabajo, independientemente de las oscilaciones de la presión en la red sin importar el consumo del aire.

Debido a que la aplicación que realizara la máquina clasificadora, la cual está en contacto con alimentos (presas de pollo) en su todo su proceso, por eso es necesario utilizar una unidad de servicio que garantice de que los alimentos no se contaminaran por parte de la red neumática. Por esta razón se utilizara la unidad de servicio de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI, el cual tiene la función de filtrar y regular en una sola unidad para ahorrar espacio. Además tiene una gran capacidad de retención de partículas y gran caudal, consta de buenas características de regulación con una histéresis pequeña, también tiene dos conexiones para manómetros para una instalación más versátil y aseguramiento de los valores ajustados mediante un botón giratorio bloqueable. En la Figura 76 se puede ver la unidad de filtro y regulador.

²⁵ Unidades de servicio de filtro y regulador [en línea]. [Consultado el 11 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://neucon.en.ec21.com/Unidades_de_servicio_Filtro_Regulador--3.html

Figura 76. Unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI



Fuente: Unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/data/doc_es/PDF/ES/LFR-D_ES.PDF

En la Tabla 34 se muestran algunas características de la unidad de filtro y regulador.

Tabla 34. Características de la unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI

Características	
Serie	Serie D
Función	Unidad de filtro y regulador
Tamaño	MINI- Patrón uniforme de 40mm
Conexión neumática	Rosca interior G/14
Margen de regulación de presión	0,5 - 12 bar
Grado de filtración	40um
Indicador de presión	Manómetro
Purga de condesado	Manual con giro
Salida	PNP

Fuente: Características de la unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_LFR_D

14.8. SENSOR FOTOELÉCTRICO SOEG-RT-M12-PS-K-2L Y SOEG-RT-M18-PA-S-2L

Un sensor fotoeléctrico es un tipo de sensor de proximidad, el cual detecta objetos o señales que se encuentran cerca de él. Los sensores fotoeléctricos se basan en el principio físico de responder al cambio en la intensidad de la luz, para detectar la presencia o la ausencia de un objeto.

Para la aplicación de la máquina clasificadora se utilizaran dos sensores; el primero se encuentra en el módulo A y tiene la función de detectar si hay presas para clasificar, así el usuario se dará cuenta que debe ingresar más presas para continuar con el proceso, o si la máquina ya termino de clasificar y de esta manera se podrá apagar. El segundo y último sensor estará ubicado en el módulo D, el cual ira detectando cuantas presas fuera de rango se ha hecho en el proceso de clasificación, para tener al final de proceso el total de presas que clasifico toda la máquina y tener un inventario seguro. Para el módulo A se utilizó el sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L²⁶ como se muestra en la Figura 77.

Figura 77. Sensor Fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L



Fuente: Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_SOEG_R

Algunas características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L se pueden observar en la Tabla 35.

Tabla 35. Características del Sensor Fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L

Características	
Longitud de cable	2.5 m
Alcance	40 - 600mm
Tamaño	M18

²⁶ Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_SOEG_R

Tensión de funcionamiento	10 - 36 VDC
Frecuencia de conmutación	1000Hz
Corriente de conexión máxima	200 mA
Caída de tensión	2 V
Temperatura Ambiente	-20 a 55°C
Peso del producto	53g
Salida	PNP

Fuente: Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx?q=547913

Para el módulo D se utilizó el sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L²⁷, el cual es de la misma familia pero lo que cambia es el alcance.

Figura 78. Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L



Fuente: Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_SOEG_R

Algunas características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L se pueden observar en la Tabla 36.

Tabla 36. Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L

Características	
Longitud de cable	2.5 m
Alcance	70 - 300mm
Tamaño	M12
Tensión de funcionamiento	10 - 36 VDC

²⁷ Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_SOEG_R

Frecuencia de conmutación	1000Hz
Corriente de conexión máxima	200 mA
Caída de tensión	2 V
Temperatura Ambiente	-20 a 55°C
Peso del producto	100g
Salida	PNP

Fuente: Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx

14.9. MOTORREDUCTOR SIN FIN CORONA

Los motores son máquinas eléctricas rotatorias capaces de convertir energía eléctrica en mecánica. Para la elaboración de la máquina clasificadora es necesario utilizar varios motores, los cuales son encargados de darle el movimiento a cada banda de cada módulo (A, B, C, D) de la máquina. Pero para esta aplicación los más recomendados son los motorreductores sin fin corona²⁸, los cuales son silenciosos y económicos; además que son simples, prácticos y cuentan con dos etapas de reducción, alta reducción en etapa sin fin corona, bajo ruido, altas fuerzas admisibles, velocidades de salida desde 0,1 hasta 522rpm, torque de salida desde 200 hasta 40.000 Nm y rango de potencia de 0,16 hasta 336Hp. En la Figura 79 se puede observar el motorreductor sin fin corona.

Figura 79. Motorreductor Sin Fin Corona



Fuente: Motorreductor Sin Fin Corona [en línea]. [Consultado el 28 de Julio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.sew-eurodrive.com.co/images/stories/lineas/linea-s3.jpg>

²⁸ Motorreductores sin fin corona SEW [en línea]. [Consultado el 28 de Julio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.sew-eurodrive.com.pe/2013/linea-S-motorreductores-sin-fin-corona.html>

Para las bandas de los módulos A, B y D se utilizaron este tipo de motor, pero con diferentes potencias que se calcularon anteriormente en ingeniería detallada. Algunas características de estos motorreductores se pueden ver en la tabla 37.

Tabla 37. Características de los motorreductores del módulo A, B y D

Características del Motorreductor Mr_SA77 para el módulo A	
Velocidad Entrada/Salida (Rpm)	1710/23
Par de salida [Nm]	540
Factor de Seguridad	2,00
Eje Hueco (mm)	60
Potencia del motor (HP)	2,00
Tensión del motor	220/440
Frecuencia del motor	60
Tipo de protección (IP)	55
Características del Motorreductor Mr_SA47 para el módulo B	
Velocidad Entrada/Salida (Rpm)	1730/60
Par de salida [Nm]	99
Factor de Seguridad	1,55
Eje Hueco (mm)	30
Potencia del motor (HP)	1,00
Tensión del motor	220/440
Frecuencia del motor	60
Tipo de protección (IP)	55
Características del Motorreductor Mr_SA47 para el módulo D	
Velocidad Entrada/Salida (Rpm)	1725/121
Par de salida [Nm]	78
Factor de Seguridad	1,40
Eje Hueco (mm)	30
Potencia del motor (HP)	1,50
Tensión del motor	220/440
Frecuencia del motor	60
Tipo de protección (IP)	55

14.10. MOTORROTOR DRUM MOTOR 80S

El motorrotor es un motor²⁹ de engranajes encerrada en una carcasa de acero, para esta aplicación de acero inoxidable, que proporciona una polea de

²⁹ Definición de un motorrotor [en línea]. [Consultado el 7 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: <http://www.arfonrewinds.com/motors-interroll.html>

accionamiento de un solo componente para bandas transportadoras. La idea de estos motores es producir una sola unidad compacta, totalmente cerrada unidad componente con alta eficiencia y las pérdidas por fricción sean más bajas que un motorreductor convencional. Debido a varias versiones se ha obtenido un nuevo diseño rápido y fácil de instalar, no requiere mantenimiento y debido a que se encuentra totalmente cerrado IP66, el cual es un diseño sellado y no se ve afectado por el polvo, grasa o suciedad por el agua. Este tipo de motor se utilizará en el módulo C debido a que sus vibraciones son mínimas, debido a que a la banda transportadora va estar encima de la báscula y la idea es que no modifique las lecturas de peso, para de esta forma poder hacer la clasificación de presas por su respectivo peso de la mejor manera. En la Figura 80 se puede observar el Drum motor 80S.

Figura 80. Motorrotor Drum Motor 80S



Fuente: Motorrotor Drum Motor 80S [en línea]. [Consultado el 8 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: http://www.interroll.com/media/products_1/mf_products_staging/ms_80s_dc/80S_DC~8.pdf

Algunas características³⁰ del motorrotor se puede observar en la Tabla 38.

Tabla 38. Características del motorrotor del módulo C

Drum motor 80S para el módulo C	
Factor de Seguridad	1,45
Temperatura Ambiente (°C)	5 a 40
Potencia del motor (HP)	0,25
Tensión del motor	220
Frecuencia del motor	60
Tipo de protección (IP)	64

³⁰ Características del Drum Motor 80S [en línea]. [Consultado el 7 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: http://www.interroll.com/media/products_1/mf_products_staging/ms_80s_dc/80S_DC~8.pdf

15. PRESUPUESTO

En la Tabla 39 se muestra el costo de los materiales y ensamble de cada módulo de la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso.

Tabla 39. Costos de los componentes de cada módulo

Componentes	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Módulo A			
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1,22m x 2,44m)	2	494.160	988.320
Banda modular serie 900 flat top en Acetal	1	2.800.000	2.800.000
Piñones serie 900 de 12 dientes x 109mm Ø	6	39.280	235.680
Cilindros cuadrados de acero inoxidable de 2 ½" Ø	2	395.000	790.000
Varilla de acero inoxidable de 7/8" x 3m	1	106.488	106.488
Platina de acero de inoxidable de 32mm x 2,44m calibre 12	3	17.516	52.548
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1	60.900	60.900
Perfil U x metro	5	15.080	75.400
Perfil J x metro	3	8.700	26.100
Motorreductor de 2Hp Mr_SA77	1	2.000.700	2.000.700
Sensor detector SOEG-RT-M18-PA-S-2L	1	334.062	334.062
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1	213.440	213.440
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000R1009	1	154.164	154.164
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1	177.862	177.862
Subtotal de Componentes del módulo A		Subtotal	8.015.664
Módulo B			
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1,22m x 2,44m)	1	494.160	494.160
Banda Sintética de poliuretano x metro	3	69.000	207.000
Tubo Calse 10 acero inoxidable de 4" x 2m	1	334.080	334.080
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1	60.900	60.900
Motorreductor de 1Hp Mr_SA47	1	1.881.000	1.881.000
Chumacera de acero inoxidable de 1 ¼" Ø	2	103.240	206.480
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1	213.440	213.440
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000R1009	1	151.164	151.164
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1	177.862	177.862
Subtotal de Componentes del módulo B		Subtotal	3.726.086
Módulo C			
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1,22m x 2,44m)	1	494.160	494.160
Banda Sintética de poliuretano x metro	1,5	69.000	103.500
Tubo Calse 10 acero inoxidable de 2" x 2m	1	174.000	174.000
Tubo Calse 10 acero inoxidable de 3" x 1m	1	129.920	129.920
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1	60.900	60.900

PLC Unitronics V570-57-T20B	1	1.892.772	1.892.772
Snap V200-18-E4XB	1	984.492	984.492
Báscula DS-980SC	1	1.063.000	1.063.000
Rodamiento 6204 Rollway	10	26.448	264.480
Motorotor de 1/4 Hp	1	1.398.000	1.398.000
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1	213.440	213.440
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000R1009	1	151.164	151.164
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1	177.862	177.862
Subtotal de Componentes del módulo C	Subtotal		7.004.190

Módulo D			
Lamina de acero inoxidable Calibre 12 (1,22m x 2,44m)	2	494.160	988.320
Banda Sintética de poliuretano x metro	5	69.000	345.000
Tubo Calse 10 acero inoxidable de 4" x 2m	1	334.080	334.080
Tubo cuadrado de acero inoxidable de 1 ½" x 3m	1	60.900	60.900
Motorreductor de 1.5Hp	1	1.912.500	1.912.500
Chumacera de acero inoxidable de	2	103.240	206.480
Sensor detector SOEG-RT-M12-PS-K-2L	1	368.655	368.655
Relé térmico ABB TA25DU-5.0	1	213.440	213.440
Relé termomagnético ABB 1SAM 250000R1009	1	151.164	151.164
Contactador ABB 1SBL 141001R8810	1	177.862	177.862
Cilindro neumáticos guiado doble efecto DF-B-20-320	3	1.769.414	5.308.242
Finales de carrera CRSME0-4-K-LED-24	6	152.098	912.588
Subtotal de Componentes del módulo D	Subtotal		10.979.231

Costo de Ensamble de cada Módulo	Tiempo de construcción	Precio
Módulo A	36	960.000
Módulo B	33	880.000
Módulo C	35	933.500
Módulo D	38	1.015.000
Subtotal		3.788.500

Total costos de la máquina	
Costos total x módulos	29.552.764
Costo total de ensamble	3.788.500
Imprevistos	3.334.126
Costo de ingeniería	4.500.000
TOTAL	41.175.390

16. CONCLUSIONES

El trabajo realizado logró el desarrollo de un modelo tridimensional de la máquina clasificadora de presas de pollo por su respectivo peso en la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad. Esto por medio de la información recopilada con las personas que realizaban esta labor de manera manual, para así culminar con un diseño físico de la máquina cuyo objetivo es aumentar la productividad de clasificación de presas de manera óptima y segura, en tres diferentes rangos de peso.

Además se logró obtener una máquina automatizada con una capacidad de clasificación de 75 presas/minuto, la cual permite aumentar la producción de la empresa aproximadamente 8 veces, debido a que anteriormente un operario solo podía clasificar tan solo 10 presas/minuto; esto basado en los cálculos y simulaciones del proyecto. Cabe aclarar que el operario no tendrá que volver hacer este proceso de manera manual, por lo cual se puede concluir que sus problemas ergonómicos, como lo son los dolores en la zona lumbar, se verán disminuidos; porque ahora únicamente estar pendiente de la máquina y de lo que se está ejecutando en ella. Igualmente se obtuvo un sistema que cumplió con la norma ISO 22000, debido a que toda su estructura está hecha en acero inoxidable porque así debe de ser las máquinas que manejan alimentos.

Teniendo ya el diseño a desarrollar, se procedió a realizar diferentes cotizaciones de los componentes que conformarían la máquina con el fin de presentarle a la empresa un presupuesto real de lo que podría costar la implementación de esta, escogiendo los elementos más apropiados que cumplen de mejor manera la relación costo-beneficio. Cabe resaltar que el presupuesto que se obtuvo para la implementación de esta máquina se encuentra por debajo del costo asequible para la empresa, el cual es de 60 millones de pesos.

También se pudo concluir que la máquina está conformada de una estructura mecánica que soportará el peso de las presas de pollo, el cual tiene como valor máximo 60 kilos, debido a que se realizaron diferentes pruebas mecánicas en el programa de simulación Solid Works, esto fundamentado de la teoría de esfuerzo máximo de Von Mises.

Por otro lado se obtuvo un modelo funcional 3D en el programa Solid Works, el cual permite visualizar el funcionamiento de la máquina clasificadora en cada una de sus etapas, logrando así obtener una excelente estrategia de automatización la cual permite que el proceso se realice de manera óptima y eficiente.

Por último, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos del cliente, en este caso la empresa Avícola y Salsamentaría Calidad, se aplicaron los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica universitaria para llevar acabo la ingeniería concurrente, y así finalmente llegar a un diseño de una máquina clasificadora de presas de pollo que cumplan con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Accesorios de una Banda Transportadora modular [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

Automatización Industrial [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://fanaticomecatronica.files.wordpress.com/2010/02/automa.jpg>

Báscula DS-980SC [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.uniwell.com/unihtml/products/3rd/ds980.pdf>

Báscula fabricada por Surtibásculas con indicador TUXON-A [en línea]. Disponible en la web: <http://www.bci.co/Pesaje/indicadores/paracontrol/manualTuxonA/Manual%20Tuxon-A.pdf>

Banda transportadora modular [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

Banda transportadora modular hecha en Polipropileno [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=48

BOOTHROYD, DEWHURST, and KNIGHT, Marcel Dekker, "Product Design for Manufacture and Assembly," Segunda Edición, 2002.

Características de la unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co_co/products_LFR_D

Características del cilindro guiado de doble efecto DFM-B20-320 [en línea]. [Consultado el 30 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx

Características del Detector de posición SMT0-1-Magnetorresistivo [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx?q=571339

Características del Drum Motor 80S [en línea]. [Consultado el 7 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: http://www.interroll.com/media/products_1/mf_products_staging/ms_80s_dc/80S_DC~8.pdf

Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx

Características del sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/net/es-co_co/SupportPortal/InternetSearch.aspx?q=547913

Características y especificaciones de la clasificadora de peso modelo 3682 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://files.roser.es/PRODUCTES/ROSER/PDF/Cataleg_Curats_Docs_PDF/Pernil-curat-03.pdf

Características y especificaciones de la clasificadora de peso modelo CL3500 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.lenke.com.br/es/cl3500/index.html>

Características técnicas de la máquina la clasificadora Dinámica por Peso de la Empresa López Palomo [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lopezpalomo.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=lpalomo.tpl&product_id=44&category_id=17&option=com_virtuemart&Itemid=5

Características y especificaciones de la Báscula con indicador TUXON-A [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web:

http://www.bci.co/Pesaje/indicadores/para_control/manual_TuxonA/Manual%20Tuxon-A.pdf

Características y especificaciones de la Báscula DS-980SC [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.uniwell.com/unihtml/products/3rd/ds980.pdf>

Características y especificaciones del PLC Unitronics V570-57-T20B [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.unitronics.com/docs/pdf/v570-57-t20b-t40b-j.pdf?sfvrsn=0>

Características y especificaciones del contactor ABB A9 1SBL141001R8810 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://octopart.com/1sbl141001r8810+-+a9-30-10+230v-abb+control-29381777>

Características y especificaciones del guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.clrwtr.com/PDF/ABB-Controls/ABB-MS116-Manual-Motor-Starters.pdf>

Características y especificaciones del relé térmico TA25DU-5.0 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.abb.com/productdetails/1SAZ211201R1035>

Celdas de Carga [en línea]. [Consultado el 11 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://5hertz.com/tutoriales/wp-content/uploads/2014/04/celda-de-carga.jpg>

Cilindro guiado de doble efecto DFM-B20-320 [en línea]. [Consultado el 30 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.festo.com/cat/es-co co/data/doc es/PDF/ES/DFM ES.PDF>

Contactor ABB A9 1SBL141001R8810 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.abb.com/product/seitp329/128d98e5090f7cf8c1256ffe00467199/pis_AB B1SBL141001R8810.aspx?tabKey=2

Definición de Despliegue de la función de Calidad (QFD) [Consultado el 10 de Abril del 2014], En línea: <http://www.aiteco.com/qfd-despliegue-de-la-funcion-de-calidad/>

Definición de la Automatización Industrial [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_automatizacion_industrial.php

Definición de la Ergonomía [en línea]. [Consultado el 14 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

Definición de las bandas transportadoras modulares [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

Definición de las bandas transportadoras sintéticas [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=33

Definición de las Celdas de Carga [en línea]. [Consultado el 11 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://5hertz.com/tutoriales/?p=690>

Definición de los cilindros eléctricos [en línea]. [Consultado el 23 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.raco.de/spanish/ez.php>

Definición de los cilindros neumáticos [en línea]. [Consultado el 23 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://fosva.seas.es/docs/t3_neumatica.pdf

Definición de los motores de corriente continua (DC) [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

Definición de los sensores de proximidad [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.galeon.com/>

Definición de los sensores de proximidad fotoeléctricos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Photoelectric-Sensors>

Definición de los sensores de proximidad ultrasónicos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/ultrasonico.html>

Definición de un controlador lógico programable (PLC) [en línea]. [Consultado el 28 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_plc1.php

Definición de un microcontrolador [en línea]. [Consultado el 28 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>

Definición de un motor AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.ehowenespanol.com/tipos-motores-sobre_10494/

Definición de un motorrotor [en línea]. [Consultado el 7 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: <http://www.arfonrewinds.com/motors-interroll.html>

Definición de un Servomotor [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://tienda.tdrobotica.co/categoria/81>

Definición del motor eléctrico [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

Definición tomada de: “Ingeniería Concurrente y Tecnología de la Información”, Autor: Rodolfo García Flórez, Profesor del Doctorado de Ingeniería de Sistemas de la FIME-UANL. [Consultado el 14 de Marzo del 2014]. En línea: <http://ingenierias.uanl.mx/22/ingenieriaconcu.PDF>

Detector de posición SMTO-1-Magnetorresistivo [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.festo.com/cat/es-co/co/data/doc/es/PDF/ES/SMX-1 ES.PDF>

Diferencias de un motor DC y AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.ehowenespanol.com/diferencias-motores-electricos-cc-lista_100866/

Diferentes métodos de pesaje a nivel industrial [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.anapesing.es/>
Dolor Lumbar, problemas ergonómicos por malas posturas [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/dolor_lumbar.htm#2

Diferentes tipos de bandas transportadoras [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://54.84.219.185/~oxic8301/portfolio/bandas-modulares-plasticas-y-sinteticas/>
Dispositivos de medición y transmisión [en línea]. [Consultado el 7 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema_3/Tp3a.pdf

Especificaciones del Manipulador FESTO T EXCT [Consultado el 7 de Abril del 2014], En línea: http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/148510/AdvancedHandlingSystems_es.pdf

Empresa López Palomo [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lopezpalomo.com/components/com_virtuemart/shop_image/product/Clasificadora_di_4a226b1fb55cf.jpg

Ficha técnica de la clasificadora de peso modelo CL3500 [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: http://www.lenke.com.br/pdf/lenke_CL_3500_spn.pdf

Funcionamiento de un sensor fotoeléctrico [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://www.elec serrano.com.ar/schneider/sensor/optico/>

Funcionamiento de un sensor ultrasónico [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/ultrasonico.html>

Guardamotor ABB 1SAM 250000 R1009 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.conrad-electronic.co.uk/ce/en/product/701317/ABB-1SAM-250-000-R1009-MS-116-63-40-63-A-IP20>

Hoja de datos de la Báscula ACS-TAE 30 [en línea]. Disponible en la web: <http://www.jcmbasculas.com/balanza-liquidadora-modelo-acs-tae-30.html>

Hoja de datos de la Báscula L-PCR/20 distribuida por la empresa ESSEN S.A.S [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.essen.com.co/etiqueteadorajr.html>

Información de la clasificadora MultiLine de la empresa Invision Automated Systems Inc [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.invision-sys.com/espanol/id11.html>

Información de la empresa Roser CMSA [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero 2014]. Disponible en la web: http://www.roser.es/es/roser_cmsa.html

INTRALOX, “Manuel de ingeniería de las bandas transportadoras”. 2012

Material de las bandas transportadoras sintéticas [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://www.bandasiberia.es/productos.php>

Materiales con lo que están hecho las bandas transportadoras modulares [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=48

Motorreductores sin fin corona SEW [en línea]. [Consultado el 28 de Julio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.sew-eurodrive.com.pe/2013/linea-S-motorreductores-sin-fin-corona.html>

Motorrotor Drum Motor 80S [en línea]. [Consultado el 8 de Agosto del 2014]. Disponible en la web: http://www.interroll.com/media/products_1/mf_products_staging/ms_80s_dc/80S_DC~8.pdf

MultiLine fabricada por la empresa Invision Automated Systems Inc. [en línea]. [Consultado el 4 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://www.invision-sys.com/espanol/id11.html>

MUÑOZ, Andrés Felipe. Diapositivas de clase de Diseño de Productos /Moodle/Universidad Autónoma de Occidente Cali/Colombia [en línea]. Disponible en la web: <http://augusta.uao.edu.co/moodle/course/view.php?id=1554>

Norton, Robert. "DISEÑO DE MÁQUINAS, un enfoque integrado". Cuarta Edición, 2011.

Partes de PLC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_plc1.php

Peso de la lámina de 304 calibre 12 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.codiacero.com/catalogos/productos_industriacomercio_laminas.pdf

Partes de un motor eléctrico DC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://cuestionariodelaelectricidad.blogspot.com/2009/11/el-motor-electrico.html>

Peso de la platina de acero inoxidable calibre 12 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.acermet.cl/catalogo.pdf>

Peso del material acetal de la banda modular. Página 314 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: www.intralox.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=4973

Peso del material sintético de poliuretano [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.chiorino.com/SPA/download/CATALOGO-ES.pdf>

PLC Unitronics V570-57-T20B con un Snap V200-18-E4XB [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://www.unitronics.com/Downloads/Support/Technical%20Library/Vision%20Hardware/Installation%20Guides/V570-57-T20B-T40B-J_INSTALL-GUIDE.pdf

Posturas correctas para trabajar [en línea]. [Consultado el 14 de Febrero del 2014]. Disponible en la web: <http://ergonomia.lineaprevencion.com/pages/sectorconstruccion.php?code=ERG>

Relé térmico TA25DU-5.0 [en línea]. [Consultado el 23 de Junio del 2014]. Disponible en la web: <http://www.abb.com/productdetails/1SAZ211201R1035>

ROJAS, José Álvaro. Diapositivas de clase de Proyecto II/Moodle/ Universidad Autónoma de Occidente de Cali/Colombia [en línea]. Disponible en la web: <http://augusta.uao.edu.co/moodle/course/view.php?id=1554>

Segunda Ley de Newton. Página 107 [en línea]. [Consultado el 18 de Junio del 2014]. Disponible en la web: http://books.google.com.co/books?id=KFEvYPsc5IMC&pg=PA107&dq=peso+fisica+w%3Dmg&hl=es&sa=X&ei=Y_r8U7mqII-sQTcg4DgAg&ved=0CDkQ6AEwBQ#v=onepage&q=peso%20fisica%20w%3Dmg&f=false

Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M12-PS-K-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co/co/products/SOEG_R

Sensor fotoeléctrico SOEG-RT-M18-PA-S-2L [en línea]. [Consultado el 14 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co/co/products/SOEG_R

Unidad de filtro y regulador LFR-1/4-D-MINI [en línea]. [Consultado el 7 de Julio del 2014]. Disponible en la web: http://www.festo.com/cat/es-co/co/data/doc/es/PDF/ES/LFR-D_ES.PDF

Ventajas y desventajas de los microcontroladores [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://gigatecno.blogspot.com/2013/02/ventajas-y-desventajas-de-los.html>

Ventajas y desventajas de los motores AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril]. Disponible en la web: <http://es.scribd.com/doc/15980567/Cuadro-de-Diferencias-y-Similitudes>

Ventajas y desventajas de los motores DC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril]. Disponible en la web: <http://www.tdesa.com/blog/diferencia-entre-motores-ca-y-motores-cd>

Ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf>

Ventajas y desventajas de los sensores ultrasónicos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf>

Ventajas y desventajas de los servomotores [en línea]. [Consultado el 18 de Abril]. Disponible en la web: http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria_servo.pdf

Ventajas y desventajas del Poliolefina [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=47

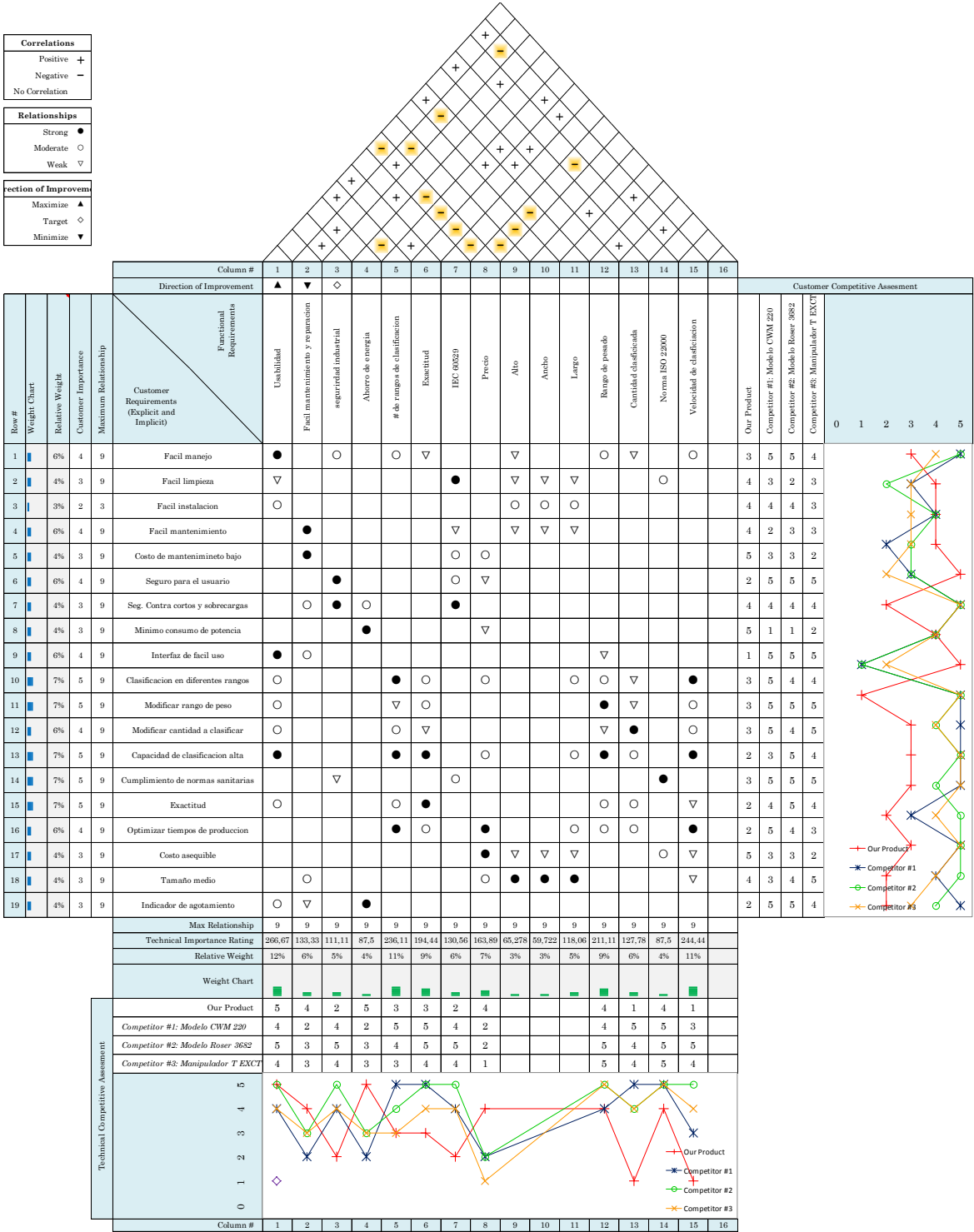
Ventajas y desventajas del Poliuretano [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=45

Ventajas y desventajas del PVC [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=46

WILSON Jerry D. y BUFFA Anthony J. “Física”, Quinta edición, 2003.

ANEXOS

ANEXO A. QFD



ANEXO B. MOTORES DE LAS BANDAS

Los motores eléctricos³¹ son máquinas eléctricas rotatorias, lo cuales son capaces de transformar energía eléctrica en energía mecánica. Tienen múltiples ventajas como lo son: su economía, limpieza, comodidad y seguridad de funcionamiento. El motor eléctrico ha reemplazado en gran parte a otras fuentes de energía, tanto en la industria como en el transporte, las minas, el comercio o el hogar.

Hay diferentes tipos de motores eléctricos, los cuales son usados dependiendo de la aplicación que se necesite y de las especificaciones que estos ofrecen. Para este caso se necesita mover una banda transportadora y a continuación se describirán los posibles motores eléctricos:

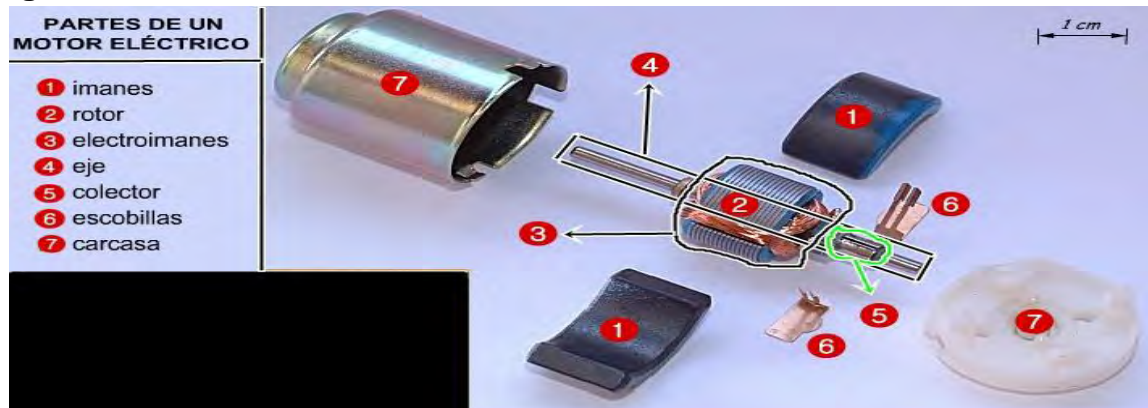
- **Motor DC**

El motor de corriente continua³² es muy simple de accionar y solo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes, para poder invertir el sentido de giro solo es necesario invertir la alimentación y este comenzara a girar en sentido opuesto. A diferencia de los motores paso a paso y los servomotores. El motor DC está compuesto de un estator y rotor, el estator es el encargado de generar un campo magnético y el rotor es el dispositivo que gira en el centro del motor. Dentro del estator y el rotor se encuentran otras partes como se puede ver a continuación:

³¹ Definición del motor eléctrico [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>

³² Definición de los motores de corriente continua (DC) [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.unicrom.com/Tut_MotorCC.asp

Figura 81. Partes de un Motor eléctrico DC.



Fuente: Partes de un motor eléctrico DC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://cuestionariodelaelectricidad.blogspot.com/2009/11/el-motor-electrico.html>

Tabla 40. Algunas ventajas y desventajas de los motores DC.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Alto par de torsión • La velocidad aumenta con la tensión aplicada. • Se utilizan en aplicaciones en donde la velocidad del motor debe ser controlada externamente. • Rango de 85 a 95% de eficiencia a carga completa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son costosos • Son pesados por la alta relación Peso - Potencia. • El mantenimiento es costoso a comparación de los motores AC. • Requieren de mayor mantenimiento al tener más piezas (escobillas, colector, etc.) a comparación de los motores AC. • Requieren de transformadores para transformar la corriente alterna a corriente continua. • Baja Potencia

• **Motor AC**

La diferencia entre un motor AC y DC³³, es que el primero necesita corriente alterna para poder funcionar, mientras que los motores DC requieren corriente continua. Ambos motores contienen dos componentes esenciales: un rotor y un

³³ Diferencias de un motor DC y AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.ehowenespanol.com/diferencias-motores-electricos-cc-lista_100866/

estator. Su funcionamiento es diferente porque depende de una corriente eléctrica que crea el par de torsión cuando se mueve dentro de un campo magnético, de acuerdo con la Ley de Faraday. Para un motor DC, el rotor recibe una corriente continua y un conmutador invierte la corriente cuando el rotor gira en un campo estacionario magnético creado por un imán permanente en el estator. Para el motor AC, el rotor recibe una corriente inducida alterna y el estator es un campo magnético inducido.

Los motores AC³⁴ se dividen en motores monofásicos y motores trifásicos. La fuente de electricidad para AC monofásica es la que se encuentra típicamente en circuitos de distribución domiciliaria. La potencia eléctrica para los motores de tres fases generalmente solo se encuentra en fábricas.

Tabla 41. Algunas ventajas y desventajas de los motores AC.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son económicos • Son livianos por la baja relación Peso - Potencia. • Algunos motores pueden ser monofásicos o trifásicos. • La velocidad depende de la corriente alterna que se alimenta. • Se utilizan en aplicaciones que requieren rendimiento de la potencia durante largos periodos de tiempo. • El mantenimiento requerido es mínimo • Tiene un 95% de eficiencia a carga completa • Alta potencia 	<ul style="list-style-type: none"> • La única forma de regular su velocidad de giro consiste en alimentarlos a través de variadores electrónicos de frecuencia. • Pierde potencia debido a la reactancia.

Fuente: Ventajas y desventajas de los motores AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril]. Disponible en la web: <http://es.scribd.com/doc/15980567/Cuadro-de-Diferencias-y-Similitudes>

³⁴ Definición de un motor AC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.ehowenespanol.com/tipos-motores-sobre_10494/

- **Servomotor**

Un servomotor³⁵ es conocido también como servo, es un dispositivo muy parecido a un motor DC, este tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición, gracias a que tiene incorporado de manera interna un encoder y una tarjeta de comparación. Los servomotores tienen la capacidad de ser controlados en posición y velocidad.

Es posible modificar un servomotor para obtener un motor DC con esto perderá la capacidad de control pero conserva la fuerza y la velocidad que caracteriza a los servomotores. Los servos traen tres cables por lo cual son muy sencillo de usar, dos claves para la alimentación y el ultimo para el control donde se ubica el PWM (modulación de ancho de pulso) para que se logre un posicionamiento preciso y rápido, por medio de un controlador o PLC.

Tabla 42. Algunas ventajas y desventajas de los servomotores.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Alto torque • No consumen mucha energía. • Requiere menor mantenimiento porque es electrónico. • Mayor precisión • Su potencia es proporcional para las cargas mecánicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son más costosos que los motores DC. • Están limitados por el circuito de control. • Necesita un servo drive que sea operado por un PWM.

Fuente: Ventajas y desventajas de los servomotores [en línea]. [Consultado el 18 de Abril]. Disponible en la web: http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria_servo.pdf

ANEXO C. DISPOSITIVOS ENCARGADOS DE LA CLASIFICACIÓN

La clasificación de presas de pollo se hará en una banda transportadora y es muy común utilizar cilindros eléctricos o neumáticos, los cuales serán encargados de desviar el camino de las presas y así enviarlos a su rango de clasificación correspondiente. A continuación se describirá cada uno de los cilindros.

³⁵ Definición de un Servomotor [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://tienda.tdrobotica.co/categoria/81>

- **Cilindros Eléctricos**

Los cilindros eléctricos³⁶ se diferencian de los neumáticos porque trabajan con un servomotor para poderse mover y adquirir determinada fuerza, además al utilizar este tipo de motor les permita controlar su posición. Por lo tanto se utilizan en aplicaciones que se necesite precisión con el movimiento del vástago del cilindro. En la actualidad son muy robustos y con demasiada fuerza. Algunas ventajas y desventajas se pueden ver en la Tabla 43.

Tabla 43. Ventajas y desventajas de los cilindros eléctricos

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Buen nivel de rendimiento mecánico • Precisos • Silenciosos • Altas fuerzas • Control de posición del vástago 	<ul style="list-style-type: none"> • Demasiados costosos a comparación de los neumáticos • Lo afecta la humedad por los contactos eléctricos • Potencia limitada

- **Cilindros Neumáticos**

Los cilindros neumáticos³⁷ son dispositivos mecánicos los cuales producen fuerza unida con movimiento y se accionan por medio de aire comprimido. Estos cuentan con un área de almacenamiento en donde se acumulara aire comprimido, y dependiendo con la presión que entre este aire se tendrá la fuerza que se necesite. Algunas ventajas y desventajas de los cilindros neumáticos se pueden ver en la Tabla 44.

Tabla 44. Ventajas y desventajas de los cilindros neumáticos

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Buen nivel de rendimiento mecánico • Económicos • Rápidos • Pequeñas y medianas fuerzas • No les afecta la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene control de posición del vástago • Instalación especial (compresor, regulador, filtro) • Ruidoso

³⁶ Definición de los cilindros eléctricos [en línea]. [Consultado el 23 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.raco.de/spanish/ez.php>

³⁷ Definición de los cilindros neumáticos [en línea]. [Consultado el 23 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://fosva.seas.es/docs/t3_neumatica.pdf

ANEXO D. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL SISTEMA

En la actualidad hay diferentes dispositivos que pueden realizar control de una acción o sobre una máquina, con el fin de guiar al operario en su actividad diaria y solicitando informaciones precisas en cada momento. Algunos dispositivos de control son:

- **Microcontrolador PIC**

Un microcontrolador³⁸ es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres funciones de un computador: unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periférico. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y el conjunto forma lo que se conoce como microcomputadora. Es decir, que un microcontrolador es una microcomputadora encapsulada en un circuito integrado.

Toda microcomputadora requiere de un software para realizar una función específica, este se almacena normalmente en la memoria ROM. Por lo tanto sin un software, los microcontroladores carecen de utilidad. El propósito fundamental de los microcontroladores es el de leer y ejecutar los programas que el usuario le escribe en el software, es por esto que la programación es una actividad indispensable cuando se diseñan circuitos y sistemas que lo incluyan. Además permiten modularidad y flexibilidad en su uso, porque en un mismo circuito se puede utilizar para que realice diferentes funciones con solo cambiar el programa del microcontrolador

Existen diferentes referencias de microcontroladores PIC en el mercado de Microchip, debido a que se diferencian por su cantidad de puertos, cantidad de entradas y salidas, conversor análogo a digital, capacidad de memoria, espacio físico. Pero dependiendo de la necesidad que se tenga así mismo se elige cual usar. En general, todas estas referencias ofrecen algunas ventajas y desventajas para el campo industrial.

³⁸ Definición de un microcontrolador [en línea]. [Consultado el 28 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>

Tabla 45. Ventajas y Desventajas de los Microcontroladores.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son económicos • Son fáciles de programar, ya que solo se necesita un computador y se puede grabar mediante diferentes puertos, como por ejemplo el serie o USB. • Existen varios softwares que programan un microcontrolador como por ejemplo PICC y MPLAB 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo de la aplicación su programación puede ser complicada y engorrosa, porque a veces se necesita hacer muchas instrucciones para realizar una tarea en particular. • En el campo electrónico lo afecta mucho el ruido eléctrico. • Sus partes físicas de conexión son muy delicadas. • Se quema de manera fácil • Lo afecta la humedad y cambios de temperatura. • No se recomiendan para usarlo en la industria, por las condiciones en ese campo industrial y por los trabajos pesados que se realizan.

Fuente: Ventajas y desventajas de los microcontroladores [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://gigatecno.blogspot.com/2013/02/ventajas-y-desventajas-de-los.html>

• **Controlador Lógico Programable (PLC)**

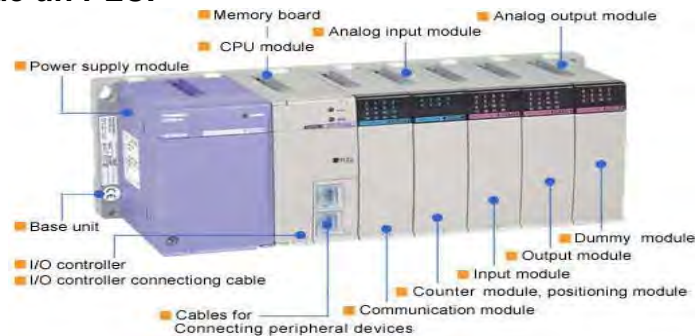
Los controladores lógicos programables³⁹ (PLC) son los cerebros en el campo de la automatización de procesos y máquinas especiales en la industria, debido a que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina. En la actualidad, los PLC's han reducido su tamaño físico y tienen más velocidad que las CPU, redes y tecnologías de comunicación diferentes. Es decir, un PLC es un pequeño computador industrial altamente especializado para prestar la máxima confianza y rendimiento en ambiente industrial. Algunas funciones que ofrecen los PLC's en la industria son:

³⁹ Definición de un controlador lógico programable (PLC) [en línea]. [Consultado el 28 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_plc1.php

- ✓ Recibir datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes analógicas y/o digitales.
- ✓ Tomar decisiones en base criterios preprogramados
- ✓ Almacenar datos en la memoria
- ✓ Generar ciclos de tiempo
- ✓ Realizar cálculos matemáticos
- ✓ Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y digitales
- ✓ Comunicarse con otros sistemas externos

Todas estas funciones las realiza en un tiempo de milisegundos y en algunos casos de microsegundos. A continuación se puede observar un PLC son sus principales partes que lo componen:

Figura 82. Partes de un PLC.



Fuente: Partes de PLC [en línea]. [Consultado el 18 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.rocatek.com/forum_plc1.php

Tabla 46. Algunas ventajas y desventajas de los PLCs.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Son fáciles de instalar y su programación se hace por medio de un computador por conexión serial o Ethernet o PPI. • No lo afecta los ruidos eléctricos • Sus partes de conexión son muy rudas. • Resisten la humedad y cambios de temperatura. • Son excelentes para aplicaciones industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Son costosos a comparación de un microcontrolador • Existen varios softwares de programación como lo son: MicroWin, Step 7, entre otros. Pero los programas no son universales para todos los PLCs, porque dependiendo de la marca que se escoja así mismo se le asigna que software utilizar.

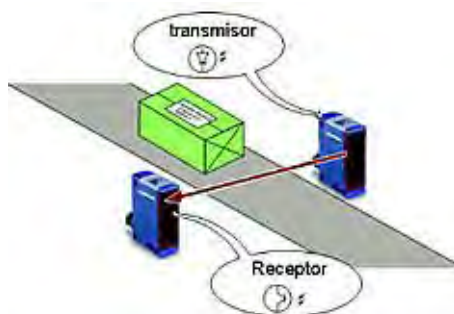
ANEXO E. SENSORES DE PROXIMIDAD

Un sensor de proximidad⁴⁰ es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca de él. Hay diferentes sensores de proximidad según el principio físico que utilizan, algunos de ellos son:

- **Sensores Fotoeléctricos**

Los sensores de proximidad fotoeléctricos⁴¹ responden al cambio en la intensidad de la luz para detectar la presencia o la ausencia de un objeto. Estos sensores requieren de dos componentes para su funcionamiento óptimo, el primero es un emisor que se encarga de generar la luz, y por último es el receptor que recibe la luz generada por el emisor. Estos sensores satisfacen aplicaciones que se encuentran en muchas industrias, tales como: manejo de materiales, empaquetado, procesamiento de alimentos y transporte.

Figura 83. Sensor Fotoeléctrico.



Fuente: Funcionamiento de un sensor fotoeléctrico [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://www.elec serrano.com.ar/schneider/sensor/optico/>

Los sensores fotoeléctricos se usan en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento. Básicamente están diseñados para la detección, ausencia, clasificación y posicionado de objetos. Un ejemplo de una de sus aplicaciones es que se pueden encontrar en los ascensores, evitando que se cierre la puerta en caso que detecte

⁴⁰ Definición de los sensores de proximidad [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.galeon.com/>

⁴¹ Definición de los sensores de proximidad fotoeléctricos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Photoelectric-Sensors>

alguna persona que quiera ingresar; o como elemento de seguridad en puertas de garaje, evitando que la puerta se cierre en el momento que pase algún vehículo o persona.

Tabla 47. Algunas ventajas y desventajas de utilizar los sensores fotoeléctricos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Económicos • Se utilizan en ambientes contaminados. • Largo alcance • No se ve afectado por reflejos de segunda superficie • Detección muy precisa y reproducibilidad elevada • Es el más adecuado al usar en objetos muy reflectivos 	<ul style="list-style-type: none"> • No es capaz de detectar objetos transparentes, solo objetos opacos. • La alineación del emisor y receptor es importante.

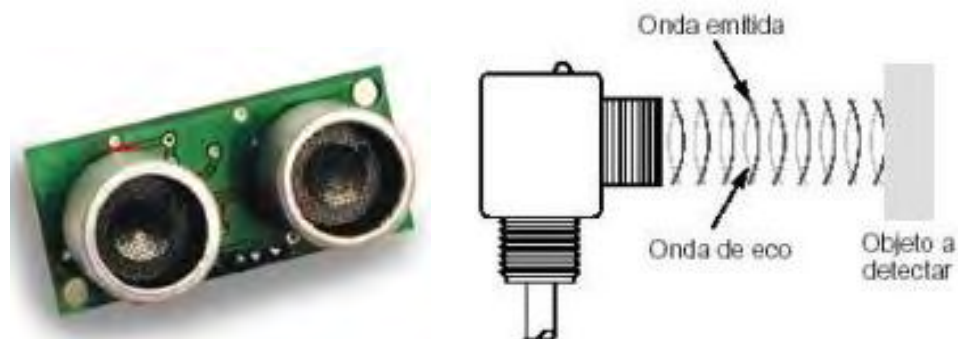
Fuente: Ventajas y desventajas de los sensores fotoeléctricos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf>

• **Sensores Ultrasónicos**

Los sensores de proximidad ultrasónicos⁴² tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas. Su funcionamiento se basa en emitir un pulso ultrasónico o sonido contra el objeto a sensar y mide el tiempo que la señal tarda en regresar, cuando el sensor recibe el eco producido este lo convierte en señales eléctricas. Estos sensores trabajan en el aire y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco.

⁴² Definición de los sensores de proximidad ultrasónicos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/ultrasonico.html>

Figura 84. Sensor ultrasónico y su funcionamiento.



Fuente: Funcionamiento de un sensor ultrasónico [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/ultrasonico.html>

Tabla 48. Algunas ventajas y desventajas del sensor ultrasónicos.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Detectan con seguridad objetos a grandes distancias • Los objetos a detectar pueden ser sólidos o líquidos. • El material a detectar puede ser transparente. • Posibilidad de aplicaciones al aire libre. 	<ul style="list-style-type: none"> • El objeto a detectar tiene que estar dispuesto en forma perpendicular al eje de propagación. • Son lentos • Son más caros a comparación de los fotoeléctricos.

Fuente: Ventajas y desventajas de los sensores ultrasónicos [en línea]. [Consultado el 2 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2B63T5G-1SLKJ1L-J52/Sensores%20fundamentos,%20tipos%20y%20caracter%C3%ADsticas.pdf>

ANEXO F. INFORMACIÓN DEL TIPO DE BÁSCULAS QUE SE USA EN LA INDUSTRIA

Báscula L-PCR/20

La báscula L-PCR/20⁴³ es comercializada en Cali por la empresa ESSEN S.A.S. y algunas características de la báscula se pueden observar en la Tabla 49.

⁴³ Hoja de datos de la Báscula L-PCR/20 distribuida por la empresa ESSEN S.A.S [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.essen.com.co/etiqueteadorajr.html>

Tabla 49. Características y Especificaciones de la Báscula L-PCR/20.

Modelo L-PCR/20	
Marca	Torrey
Capacidad	20 Kg
Sensibilidad	2g
Display	Incluido en la báscula
Voltaje	110V/60Hz
Temperatura de Operación	-10 a 40 °C
Área de Bandeja	29 x 35 cm
Batería	9V
Salida	Serial RS232
Estructura	Acero inoxidable
Precio + IVA	\$ 570.720

Báscula DS-980SC

La báscula DS-980SC también es comercializada por ESSEN S.A.S, la cual consta de un display que viene aparte de la báscula, es decir, cada uno independiente como se puede apreciar en la Figura 85:

Figura 85. Báscula DS-980SC.



Fuente: Báscula DS-980SC [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.uniwell.com/unihtml/products/3rd/ds980.pdf>

Algunas características de este tipo de báscula⁴⁴ se pueden ver en la tabla No50 a continuación:

Tabla 50. Características y Especificaciones Báscula DS-980SC.

Modelo DS-980SC	
Marca	DIGI
Capacidad	15 Kg
Sensibilidad	2g
Display	Aparte de la báscula
Altura del Display	40 cm
Precio del Display + IVA	\$1.025.000
Voltaje	110V/60Hz
Temperatura de Operación	-10 a 42 °C
Área de Bandeja	34 x 28.5 cm
Batería	12V
Salida	Serial RS232
Estructura	Acero inoxidable
Precio de la báscula + IVA	\$ 1.063.000
Precio si se desea completo	\$ 2.088.000

Báscula ACS-TAE 30

La báscula ACS-TAE 30 es comercializada en Cali por la empresa JCM Básculas y Balanzas, esta se encarga de importar equipos de pesaje y maquinaria industrial en todas sus características y necesidades. Algunas especificaciones de este dispositivo se pueden ver en la Tabla 51.

Tabla 51. Características y Especificaciones de la Báscula ACS-TAE 30.

	Modelo ACS-TAE 30		
	Marca	Torrey	
	Capacidad	30 Kg	
	Sensibilidad	5g	
	Display	Incluido	en la báscula
	Voltaje	110V/60Hz	
	Temperatura de Operación	-10 a 40 °C	
	Área de Bandeja	25 x 21 cm	
	Batería	6V	

⁴⁴ Características y especificaciones de la Báscula DS-980SC [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: <http://www.uniwell.com/unihtml/products/3rd/ds980.pdf>

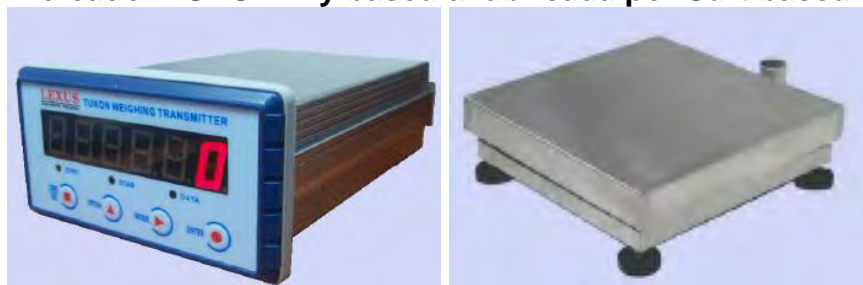
	Salida	Serial RS232
	Estructura	Acero inoxidable
	Precio + IVA	\$ 350.000

Fuente: Hoja de datos de la Báscula ACS-TAE 30 [en línea]. Disponible en la web: <http://www.jcmbasculas.com/balanza-liquidadora-modelo-acs-tae-30.html>

Báscula con indicador TUXON-A

La báscula con indicador TUXON-A es comercializada en Cali por la empresa Surtibásculas Ltda. Además de importar equipos de pesaje también realizan productos nacionales como lo son los soportes de donde se sitúan las celdas de cargas transformándolas en básculas para aplicaciones que se necesiten y se unen a unos indicadores importados, permitiendo de esta forma combinaciones de los equipos para la necesidad que tenga sus respectivos clientes. En la Figura 86 se puede la báscula e indicador mencionado.

Figura 86. Indicador TUXON-A y báscula fabricada por Surtibásculas.



Fuente: Báscula fabricada por Surtibásculas con indicador TUXON-A [en línea]. Disponible en la web: <http://www.bci.co/Pesaje/indicadores/paracontrol/manualTuxonA/Manual%20Tuxon-A.pdf>

Algunas características de la unión de la báscula con el indicador TUXON-A⁴⁵ se pueden observar en la Tabla 52:

Tabla 52. Características y Especificaciones de Báscula con indicador TUXON-A.

Báscula con indicador XK3190-C8	
Marca	LEXUS
Capacidad	30 Kg
Sensibilidad	5g

⁴⁵ Características y especificaciones de la Báscula con indicador TUXON-A [en línea]. [Consultado el 14 de Abril del 2014]. Disponible en la web: http://www.bci.co/Pesaje/indicadores/para_control/manual_TuxonA/Manual%20Tuxon-A.pdf

Display	Aparte de la báscula
Dimensiones Display	10 x 15.1 x 6.5 cm
Precio del Display + IVA	\$1.400.000
Voltaje	110V/60Hz
Temperatura de Operación	-10 a 40 °C
Área de Bandeja	30 x 30 cm
Batería	5V
Salida	Análogo de 4 a 20mA
Estructura	Acero inoxidable
Precio de la báscula + IVA	\$ 1.152.000
Precio si se desea completo	\$ 2.252.000

ANEXO G. INFORMACIÓN DEL TIPO DE BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras son la mejor solución de transporte en la industria, para llevar un producto de un lado a otro, como por ejemplo llevarlo del depósito a la sección de producción. Algunos productos que necesitan de esta aplicación son: las frutas y verduras, cárnicos, pollos, lácteos, botellas de vidrio, cartón corrugado, cajas, producto empacado, entre otras. A parte de que se gana tiempo con el uso de las bandas, también se obtiene algunas ventajas como lo son: higiene, fácil limpieza, larga vida útil, bajo mantenimiento, tracción por engranajes tipo piñón que la mantienen centrada, alta resistencia a químicos, etc. Por lo tanto, es muy común encontrar en la industria bandas transportadoras que realizan esta función a diario, pero se diferencian por el tipo de banda⁴⁶ que utilizan, las más comunes son las *bandas modulares* y *sintéticas*, las cuales se explicarán en detalle.

- **Bandas Transportadoras Modulares**

Las bandas transportadoras modulares⁴⁷ son bandas para transporte de todo tipo de producto, las cuales son armadas por módulos hasta lograr el largo y el ancho de la banda que se requiere. En la Figura 87 se puede un ejemplo de una aplicación de una banda modular.

⁴⁶ Diferentes tipos de bandas transportadoras [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://54.84.219.185/~oxic8301/portfolio/bandas-modulares-plasticas-y-sinteticas/>

⁴⁷ Definición de las bandas transportadoras modulares [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

Figura 87. Banda Transportadora Modular.



Fuente: Banda transportadora modular [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

La superficie de transporte de la banda modular es muy variada, con el fin de poder transportar gran variedad de productos, a nivel industrial se puede encontrar las siguientes referencias:

- Superficies completamente planas para mayor contacto entre la banda y el producto a transportar
- Superficies cubiertas o adhesivas para permitir trabajar con inclinación, ya sea en ascenso y descenso.

Las bandas modulares presentan algunos accesorios en su aplicación tales como: piñones, empujadores, paredes laterales para evitar la caída del material, insertos superficiales para garantizar la fricción y sujetadores para evitar el levante de la banda en curvas. En la Figura 88 se puede observar una banda modular con algunos accesorios.

Figura 88. Banda modular con paredes laterales como accesorio.



Fuente: Accesorios de una banda transportadora modular [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=18

Para lograr la unión de los módulos de las bandas modulares es necesario utilizar pines o varillas, fabricados en plásticos o aceros que permiten ser expuestos a las mismas condiciones ambientales de las bandas. Además es importante conocer que hay diferentes módulos y estos se diferencian por:

- ✓ El paso de la banda, qué es la distancia que hay entre pin y pin.
- ✓ Las bandas modulares son fabricadas en diferentes pasos tales como: 1/2", 3/4", 1", 1 1/2", 1 3/4" y 2 1/2".
- ✓ Las bandas de paso pequeño se caracterizan por ser cortas, de carga baja, rápidas y permiten transferencias uniformes entre transportadores. En cambio las bandas de paso grande se usan para transportar cargas pesadas, para recibir mayor impacto y recorrer distancias más largas.

Por otro lado, los materiales⁴⁸ con los que se construyen una banda modular son termoplásticos, conectados con pines plásticos sólidos. Estos materiales plásticos utilizados son de excelente desempeño y de una larga vida útil. Cuando se requiere rigidez transversal en la banda, es necesario utilizar pines de acero inoxidable. Algunos materiales termoplásticos que son usados para la fabricación de estas bandas modulares son:

- ✓ Polipropileno , como se puede ver en la Figura 89
- ✓ Polietileno
- ✓ Acetal
- ✓ Nilón

Figura 89. Banda modular hecha de Polipropileno.



Fuente: Banda transportadora modular hecha en Polipropileno [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=48

⁴⁸ Materiales con lo que están hecho las bandas transportadoras modulares [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=48

- **Bandas Transportadora Sintéticas**

Las bandas transportadoras sintéticas⁴⁹ también son fabricadas con materiales termoplásticos, tanto en las capas de tracción, como en el recubrimiento superior o superficie de transporte y en el recubrimiento inferior o superficie de rodadura. En la Figura 90 se puede ver un ejemplo de una banda sintética.

Figura 90. Banda Transportadora Sintética.



Fuente: Banda transportadora sintética [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=33

Algunos materiales termoplásticos⁵⁰ con las que son fabricadas estas bandas son en poliuretano, en PVC y poliolefina; los cuales se explicaran detalladamente a continuación:

- ✓ **Banda Transportadora Sintética en Poliuretano (TPU)**

La mayoría de aplicaciones en la industria de productos alimenticios utilizan este tipo de material porque es de alta calidad, además satisfacen las altas normas de la FDA (Food and Drug Administration of Department of Agriculture). Algunas ventajas y desventajas se pueden ver en la Tabla 53.

⁴⁹ Definición de las bandas transportadoras sintéticas [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=33

⁵⁰ Material de las bandas transportadoras sintéticas [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: <http://www.bandasiberia.es/productos.php>

Tabla 53. Algunas ventajas y desventajas del Poliuretano.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> + Alta flexibilidad a muy bajas temperaturas (-40°C). + Resistencia a la abrasión. + Resistencia a la influencia dañina de las grasas. + Resistencia al frío (no hay formación de grietas). + No se endurece con el tiempo. + Menos alteración del color en contacto con productos alimenticios que con PVC. + Apropiaada para la fusión termoplástica. 	<ul style="list-style-type: none"> -No resiste el agua caliente. -Materia prima relativamente costosa. -No resiste a detergentes clorosos y bicarbonato de sodio.

Fuente: Ventajas y desventajas del Poliuretano [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=45

✓ **Banda Transportadora Sintética en Cloruro de Polivinilo (PVC)**

El cloruro de polivinilo es un material que sirve para construir bandas transportadoras sintéticas, pero actualmente no se utiliza porque es difícil eliminar sus desechos. Algunas ventajas y desventajas se pueden ver en la Tabla 54.

Tabla 54. Algunas ventajas y desventajas del PVC.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> + Alta flexibilidad a temperatura normal. + Resistente al agua caliente o vapor. + Apropiaado para fusión termoplástica. + Retardante a la llama. + Antiestático. + Apto para alimentación de alimentos. + Precio razonable. 	<ul style="list-style-type: none"> -Baja flexibilidad a bajas temperaturas. -Limitada resistencia a aceite y grasas. - Aplicación restringida debido a la fabricación problemática y eliminación de desechos.

Fuente: Ventajas y desventajas del PVC [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=46

✓ **Banda Transportadora Sintética en Poliolefina**

Algunas bandas transportadoras sintéticas son hechas en poliolefina y ofrecen algunas ventajas y desventajas al utilizar este tipo de material, como se puede ver en la Tabla 55.

Tabla 55: Algunas ventajas y desventajas de la Poliolefina

Ventajas	Desventajas
+ Buenas propiedades antiadherentes. + Buena resistencia a la hidrólisis. + No genera gases tóxicos cuando se quema	- Rango de temperatura limitado (-30 a 65°C) - Baja flexibilidad

Fuente: Ventajas y desventajas del Poliolefina [en línea]. [Consultado el 7 de Mayo del 2014]. Disponible en la web: http://www.correasplanas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=47